

**MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DIGITAL DE LA EMPRESA CADENA S.A MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)**

Por:

ANA CRISTINA DIAZ GALLEG0

UNIVERSIDAD EAFIT
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
ESCUELA DE INGENIERÍAS
MEDELLÍN

2011

**MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DIGITAL DE LA EMPRESA CADENA S.A MEDIANTE
LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)**

Por:

ANA CRISTINA DIAZ GALLEG0

Área:

PROYECTO DE GRADO

Asesor:

DANIEL CÉSPEDES PEÑA

JAIME BERMÚDEZ

UNIVERSIDAD EAFIT

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

ESCUELA DE INGENIERÍAS

MEDELLÍN

2011

DEDICATORIA

Este proyecto de grado quiero dedicarlo a mis padres y docentes, ya que gracias al apoyo incondicional de ellos pude culminar con éxito, ésta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el personal de Cadena S.A. que estuvo involucrado en el desarrollo de este proyecto, en especial a Manuela Escobar, Esteban Ortiz, y el personal operativo de la planta de Impresión Digital.

A Dios, a mis padres, hermanos, amigos, a la Universidad EAFIT y a todos los profesores que contribuyeron en mi formación, quienes me brindaron su apoyo durante esta etapa de formación y su conocimiento para alcanzar tan importante meta: obtener el título de Ingeniera de Producción.

Finalmente agradezco al Ingeniero Daniel Céspedes Peña, quien me aportó su conocimiento y experiencia para el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	18
2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	19
3. ALCANCE	22
4. JUSTIFICACIÓN	23
5. METODOLOGÍA	25
5.1 DIAGNÓSTICO INICIAL	26
5.2 IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN	26
5.3 EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN	26
5.4 SUBORDINAR TODO A LA RESTRICCIÓN	26
5.5 ELEVAR LA RESTRICCIÓN	27
5.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS	27
6. IMPORTANCIA	28
7. OBJETIVOS	30
7.1 OBJETIVO GENERAL	30
7.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
8. MARCO TEÓRICO	31
8.1 IMPRESIÓN DIGITAL	31
8.2 TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)	31
9. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	38
9.1 RELACIONAMIENTO	38
9.2 PROTECCIÓN	39
9.3 SUMINISTROS	39
10. DESARROLLO DEL PROYECTO	41

10.1 DIAGNOSTICO INICIAL	41
10.2 IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN	49
10.3 EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN	57
10.4 SUBORDINAR TODO LO DEMÁS A LA RESTRICCIÓN	70
10.5 ELEVAR LA RESTRICCIÓN	82
10.6 PROCESO DE MEJORA CONTINUA	85
10.7 SISTEMA DE INDICADORES	87
11. ANÁLISIS DE RESULTADOS	90
12. CONCLUSIONES	92
13. RECOMENDACIONES	94
14. BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXOS	98

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Rendimientos Teóricos Procesos Impresión Digital	19
Tabla 2. ANS 4 Principales Clientes Cadena SA Año 2010	20
Tabla 3. Score Card Anual ANS Línea de Relacionamento	21
Tabla 4. Estudio y clasificación de tiempos terminación Variable	61
Tabla 5. Nuevos Tiempos Actividades Terminación Variable	67
Tabla 6. Comparación de Estándares por Actividad	69
Tabla 7. Tiempo de Espera en Terminación Variable en Enero y Febrero por lote completo de Producción	71
Tabla 8. Estructura de Lotes de Transferencia	72
Tabla 9. Tiempo de Espera en Terminación Variable en Marzo y Abril por lote completo de Producción	73
Tabla 10. Plantilla de Planeación de Terminación Variable	76
Tabla 11. Definición de Amortiguadores	77
Tabla 12. Fecha y Hora de Liberación de la Orden	78
Tabla 13. Sistema de Prioridades	80
Tabla 14. Sistema de Prioridades – Entrega real del despacho	81
Tabla 15. Análisis Pareto	86
Tabla 16. Indicador Trúput Valor Horas	89

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pasos de la Metodología de TOC	27
Figura 2. Modelo de Pensamiento	36
Figura 3. Árbol de Realidad Actual	45
Figura 4. Árbol de Realidad Futura	48
Figura 5. Capacidades de Impresión	50
Figura 6. Panorama 1 Estudio de Capacidades Restricción Interna	51
Figura 7. Utilización de recursos en días de corte de facturación	52
Figura 8. Panorama 2 Estudio de Capacidades Restricción Externa	52
Figura 9. Utilización de recursos en días diferentes a cortes	53
Figura 10. Utilización Máquina 4100 Mes de Enero	54
Figura 11. Utilización Máquina 4000 Ir1 Mes de Enero	54
Figura 12. Utilización Máquina 4000 EPM Mes de Enero	55
Figura 13. Utilización Máquina 0W1 Mes de Enero	55
Figura 14. Utilización Máquina Xerox Dp135 Mes de Enero	56
Figura 15. Utilización Máquina 4000 Loterías Ir2 Mes de Enero	56
Figura 16. Diagrama de Proceso	59
Figura 17. Diagrama Espagueti – Proceso Terminación Variable	60
Figura 18. Tiempos NAV y AV de Actividades de Terminación Variable	62
Figura 19. Proceso Cuantificación de Insumos	63

Figura 20. TAMU calidad armado	66
Figura 21. Nuevos tiempos NAV y AV de Actividades de Terminación Variable	68
Figura 22. Proceso de Terminación de Producto	68
Figura 23. Estado del Amortiguador	79
Figura 24. Diseño de instalaciones actual Terminación Variable	83
Figura 25. Gráfico Pareto	86

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Procedimiento de Reposiciones	94
Anexo 2. Propuesta Rediseño Terminación Variable	95

GLOSARIO

Árbol de realidad actual: herramienta de pensamiento de TOC utilizada para hallar la causa raíz de los problemas que impiden que un sistema alcance su objetivo a una mayor tasa.

Buffer (amortiguador): El Buffer es un amortiguador de impactos basado en el tiempo, que protege al throughput de las interrupciones del día a día y asegura que el Drum (tambor) nunca se quede sin material.

Causa Raíz: aquel elemento en el sistema que impide que este alcance su objetivo a una mayor tasa. Es el origen de una falla en su estado inicial o punto de partida.

Cuello de botella: fenómeno en donde el rendimiento o capacidad de un sistema completo es severamente limitado por un único componente.

Gastos Operacionales: Hace referencia a todo el dinero que debe utilizarse para convertir el inventario de un sistema en Throughput.

Herramientas de pensamiento: herramientas de TOC utilizadas para responder a las tres preguntas del cambio “Que cambiar”, “Hacia que cambiar” y “Como inducir el cambio” en una organización.

Inversión / Inventario: uno de los indicadores principales de desempeño de TOC. Es todo en lo que el sistema invierte para luego ser transformado y vendido para convertirlo en Throughput.

Nivel de servicio: indicador de desempeño. En empresas que trabajan bajo en esquema “Make to Order”, se mide como el porcentaje de pedidos que se entregaron dentro del tiempo de entrega pactado.

Throughput: uno de los indicadores principales de desempeño de TOC. Es la velocidad a la cual un sistema genera dinero.

Restricciones físicas: Cuando la limitación pueda ser relacionado con un factor tangible del proceso de producción.

Restricciones de mercado: Cuando el impedimento está impuesto por la demanda de los productos o servicios.

Impresión digital: es un proceso por el cual se crea una imagen a partir de los datos digitales; es decir, a partir de las páginas, texto e imágenes creadas con programas de diseño electrónico o autoedición.

Acuerdos de nivel de servicio: es un contrato escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con el objetivo de identificar y definir las necesidades del cliente en relación con las capacidades productivas del proveedor.

Balanced Scorecard: herramienta para implementar y llevar a cabo el plan estratégico de una compañía, por medio de la estructuración de indicadores financieros y no financieros y concentrar los esfuerzos en crear valor a medio y largo plazo.

Plan de acción: es un instrumento para priorizar las iniciativas más importantes para cumplir con unos objetivos y metas estratégicos establecidos con anterioridad por la organización, en este se establece el grupo de actividades a realizar y quiénes serán los responsables, por lo general también incluye un mecanismo o método de control y seguimiento.

Árbol de pérdidas: la metodología de TPM plantea detectar diferencias entre la condición ideal y la condición real de un indicador en las organizaciones, por medio de un esquema de análisis llamado árbol de pérdidas o loss tree.

Causa raíz: Es el origen de una falla en su estado inicial o punto de partida. En otras palabras es la razón esencial por la cual falla un material, equipo, máquina o sistema.

Make to order: tipo de sistema de manufactura que representa un escenario de producción de determinado artículo sólo bajo pedido.

ERP o sistemas de planeación empresariales: son sistemas de gestión de información que integran y automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa.

La capacidad de producción: es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva.

Reposiciones: producto con defectos no permisibles de calidad que debe ser procesado nuevamente, debido a que son productos con condiciones personalizadas.

Tiempo de cola: tiempo de espera de un producto o lote para ingresar a otro proceso o actividad de transformación.

FICHA IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO

PROPONENTE

Ana Cristina Díaz Gallego

Cod: 200610048012

E-mail: adiazgal@eafit.edu.co

Tel: 3363338

Cel: 3014319468

TÍTULO DEL PROYECTO

MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DIGITAL DE LA EMPRESA CADENA S.A MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)

ASESOR (DIRECTOR DEL PROYECTO)

Daniel Céspedes Peña

Consultor y docente de pregrado

Simple Solutions / Escuela de Ingeniería de Antioquia

Tel: 347 23 55

Cel: (300) 786 96 04

E-mail: danielc81@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La industria de impresión digital ha presentado en los últimos años un comportamiento creciente con más de 3500 unidades empresariales; este contexto como la realidad del sector, un ambiente altamente competitivo en donde las empresas tienen como pilar fundamental para la estructuración de sus planes estratégicos de mediano y largo plazo el mejoramiento continuo de sus procesos.

El mercado relacional, tiene como productos centrales los extractos o facturas de recaudo y los correos directos, ambos productos altamente exigentes debido a la personalización de la información y por ser documentos vigentes por periodos de tiempo cortos de acuerdo a las fechas de corte establecidas por las entidades financieras. La naturaleza de este mercado, exige a las empresas del sector grafico el nivel de cumplimiento como unas de las principales ventajas competitivas a desarrollar, que permitan flexibilidad en los productos y oportunidad en la respuesta.

La competitividad a nivel nacional en el sector de impresión digital plantea para cadena un reto aun mayor en cuanto a la búsqueda de soluciones para la eliminación de aquellas desviaciones que lo alejan de un servicio confiable y cumplimiento de las necesidades de los clientes.

Es por lo anterior que este proyecto de investigación, cuyo objetivo principal es aumentar el nivel de servicio de la planta de impresión digital de la empresa Cadena S.A, buscará acercar a la organización al cumplimiento de una de sus metas estratégicas para el 2011, alcanzar un 95% de cumplimiento a los acuerdos de nivel de servicio.

La teoría de restricciones es una metodología utilizada a nivel mundial para ayudar a las organizaciones a acercarse cada vez más sus metas, por medio de un proceso de mejora continua con el diseño y ejecución de planes de

acción sistemáticos. Algunas de las pautas de la teoría de las restricciones se han aplicado con éxito en diferentes ámbitos de la empresa: operaciones, distribución, abastecimiento, ventas, marketing, estrategia, toma de decisiones, ingeniería, recursos humanos, entre otros, siendo esto ejemplo de la efectividad de una metodología vigente y que ha logrado resultados positivos en organizaciones de diferentes sectores alrededor del mundo.

1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

El nivel de servicio en el área de impresión digital, medido como el cumplimiento en la entrega a cada uno de los clientes en las cantidades y fechas pactadas, presentó durante el año 2010 un valor del 69%, para una demanda promedio mensual de 777 órdenes, lo que representa que para el año que cerro 65 órdenes de producción no fueron entregadas a los clientes bajo las condiciones de entrega establecidas en el contrato.

En Cadena, bajo este escenario de incumplimiento con los clientes, y conociendo el valor de la meta establecida de Acuerdo de Nivel de Servicio (ANS) promedio anual superior al 95%; ha sido común en muchas reuniones de direccionamiento estratégico, el análisis mes a mes el estado actual de los indicadores definidos, la discusión y formulación de planes de choque o acciones en el corto plazo que ayuden a mejorar los flujos dentro del sistema productivo y reducir de esta forma la cantidad de pedidos incompletos y/o atrasados.

Los resultados de ejecución de dichos planes durante el 2010, no se vieron reflejados en la disminución de órdenes incompletas o atrasadas, debido tal vez a que éstos no fueron estructurados bajo una metodología que permitiera diagnosticar las causas básicas del problema, más allá de las aparentes, para finalmente proponer planes de acción sistemáticos que atacaran dichas desviaciones.

Es por lo anterior que Cadena encuentra muy atractiva la posibilidad de dar inicio a un proyecto de investigación que cambie el enfoque con el cual se han venido definiendo las estrategias de mejora, a partir de la utilización de una de las metodologías de mejoramiento continuo más utilizadas a nivel mundial orientada a disminuir la diferencia existente entre el estado ideal y el estado actual de esta medida de desempeño.

2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La planta de impresión variable de la compañía Cadena S.A está conformada principalmente por tres áreas o departamentos: Procesamiento de datos, Impresión digital y terminación variable.

Cada una de las cuales tiene las siguientes capacidades teóricas (ver Tabla 1):

Tabla 1. Rendimientos Teóricos Procesos Impresión Digital

ÁREA	RECURSO	PRODUCTIVIDAD / HORA
Procesamiento de datos	Gestión de datos	140000
Impresión digital	Máquina 1	1000
	Máquina 2	678
	Máquina 3	1397
	Máquina 4	1397
	Máquina 5	3579
Terminación variable	80 personas x turno	350

Fuente: Elaboración propia

Los acuerdos de nivel de servicio (ANS) son definidos por el área comercial de la compañía con cada uno de los clientes de acuerdo a las necesidades y exigencias que estos establezcan y teniendo como base la capacidad teórica de procesamiento que tiene cada una de las áreas.

Debido a que los productos ofrecidos en la línea de relacionamiento son en su mayoría extractos de recaudo o notificaciones de movimientos financieros, los ANS en la mayoría de los clientes están determinados por horas de procesamiento, elevando aun más la exigencia en el cumplimiento de los tiempos de entrega pactados.

A continuación se muestran los ANS de los 4 principales clientes de la compañía. (ver Tabla 2)

Tabla 2. ANS 4 Principales Clientes Cadena S.A año 2010

CLIENTE	ANS
Cliente 1	8 horas
Cliente 2	12 horas
Cliente 3	8 horas
Cliente 4	24 horas

Fuente: Elaboración propia

Debido a que las fechas de corte de la mayoría de las empresas que tienen actividades de recaudo por medio de envío de facturación a sus clientes puerta a puerta se cumplen en un mismo intervalo de tiempo (del 26 al 5 y del 13 al 20 de cada mes), y teniendo en cuenta que los tiempos de entrega con cada cliente no permiten flexibilidad alguna, la utilización de los recursos en la compañía.

Se vuelve el reto más grande dentro de la operación del día a día donde los picos de demanda y las constantes urgencias generan un bajo cumplimiento con los tiempos de entrega para los clientes.

A continuación se muestra la medición realizada mes a mes del nivel de servicio de la línea de relacionamiento donde se evidencia el comportamiento inestable y alejado de la meta de este indicador de desempeño. (ver Tabla 3)

Tabla 3. Score Card Anual ANS Línea Relacionamiento

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
ANS	67%	68%	69%	48%	63%	79%
META	95%	95%	95%	95%	95%	95%
STATUS	☹	☹	☹	☹	☹	☹
MES	Julio	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
ANS	72%	76%	75%	70%	72%	67%
META	95%	95%	95%	95%	95%	95%
STATUS	☹	☹	☹	☹	☹	☹

Fuente: Elaboración propia

3. ALCANCE

Este Proyecto busca un mejoramiento en el nivel de servicio de la planta de impresión digital de la compañía Cadena S.A, mediante la aplicación de TOC.

Inicialmente se realizará un diagnóstico de la situación actual que permitirá identificar las causas raíz de los problemas encontrados, luego se hará la formulación de propuestas y planes de acción para abordar estos puntos críticos en la operación y finalmente se planearán e implementarán para lograr una mejora en el desempeño de la planta respecto al nivel de servicio, que represente mejoras en el valor actual de cumplimiento del 69% de órdenes entregadas en las cantidades y fechas establecidas en los contratos.

4. JUSTIFICACIÓN

La industria litográfica en Colombia se ha convertido en los últimos años en una de las más grandes industrias del país; ocupando el décimo lugar entre los sectores industriales más influyentes en la economía nacional.

En la actualidad cadena S.A ocupa el 5to lugar entre las empresas más influyentes del sector litográfico por debajo de competidores de gran renombre a nivel nacional como lo son Panamericana, Da Naranjo, Assenda, Dispapeles, Tomas Ghreg los cuales están en una búsqueda permanente de estrategias de mejoramiento de sus sistemas productivos y de nivel de servicio como ventaja competitiva que les permita expandir su participación en el mercado.

Gracias al crecimiento que se ha evidenciado en este sector en los últimos años, los diferentes inversionistas y agentes de la economía nacional han encontrado en la impresión digital una alternativa atractiva de inversión ya sea para la creación de nuevas empresas o para el fortalecimiento de las ya existentes.

El mercado relacional como su nombre lo indica pretende acercar a los clientes a sus clientes, el no cumplimiento de los acuerdos de entrega repercute de manera directa en los tiempos de entrega que las empresas pactan con sus clientes. Lo anterior no solo genera para Cadena un costo de la mala imagen sino que además, en algunas ocasiones, la compañía debe pagar las penalizaciones estipuladas en los contratos por el incumplimiento de los ANS establecidos en el mismo.

Cadena S.A definió como meta para el 2017 (Mega) multiplicar las ventas x 5 y alcanzar un Ebitda del 20%; para lograrlo creo tres caminos estratégicos importantes: operación eficiente, innovación, y excelencia en el servicio definiendo como meta para este tercer punto un NS superior al 95%.

Toda proyecto o plan de acción a ejecutar dentro de la compañía debe estar soportado por la metodología de Balance Score Card en la cual por medio de

una meta general, se establecen medidas de desempeño y proyectos concretos que ayuden a alcanzarla, y es en este punto donde radica la importancia de este proyecto de mejoramiento dirigido a estudiar y ejecutar acciones concretas que eleven el indicador de NS, que apunta directamente a lograr la Mega.

Adicionalmente este proyecto es de vital importancia en mi formación como Ingeniero de producción pues me permitirá fortalecer y aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación académica y obtener resultados importantes en mi rol profesional actual como ingeniera de procesos del área de terminación variable.

5. METODOLOGÍA

5.1 Diagnóstico Inicial

Para validar que la Teoría de Restricciones sea la herramienta ideal para mejorar el desempeño de este proceso, se inicia con la identificación de restricciones políticas se llevará a cabo un estudio de la situación actual de la planta de impresión digital aplicando los procesos de pensamiento propuestos por la teoría de restricciones.

5.2 Identificar la restricción

Para la identificación de la restricción se realizará un estudio de capacidades y estudio de tiempos, que permitan conocer a fondo el comportamiento del sistema y determinar cuál es el recurso restrictivo dentro del mismo. Esto permitiría determinar si en el sistema existen restricciones físicas o de mercado.

5.3 Explotar la restricción

Una vez se han identificado los puntos críticos del sistema, en este punto, la metodología propone estructurar y ejecutar planes de acción que permitan aumentar la utilización del RRC (recurso con restricción de capacidad), estudiando cómo mejorar el comportamiento de los elementos que intervienen en el proceso, como los tiempos de preparación, inventario de materia prima, paros no planeados, pérdidas por velocidad, pérdidas por calidad, tiempos de operación, entre otros.

5.4 Subordinar todo a la restricción

Una vez se han ejecutado las mejoras en la utilización de la capacidad en el recurso restrictivo, es importante protegerlo mediante la alineación de los demás componentes del sistema.

En este paso, por medio del estudio de algunas alternativas que propone la metodología, se estructurarán y ejecutarán planes de acción que busquen proteger el programa diseñado para la restricción, como lo son la administración de lotes de proceso y transferencia, restringir la liberación de materiales, y establecer un sistema de prioridades.

5.5 Elevar la restricción

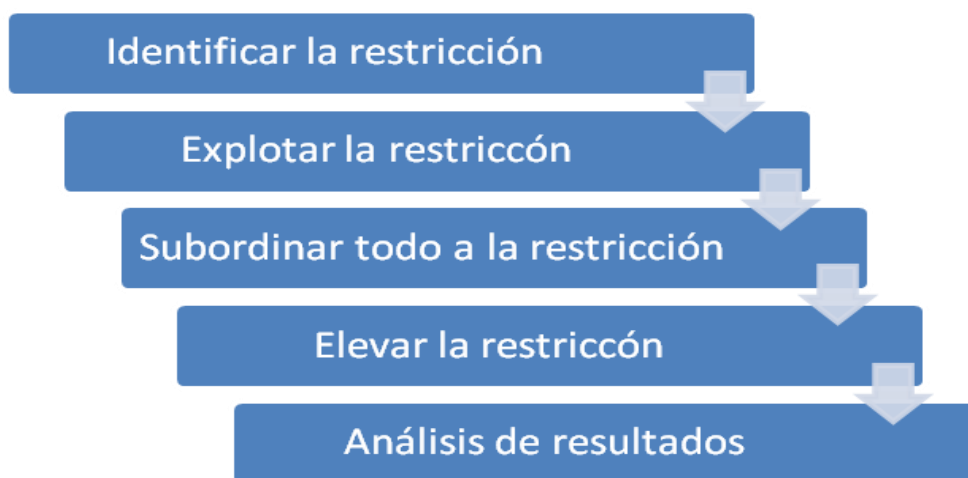
En este punto, se estudiarán alternativas de aumento de capacidad que pueden implicar inversiones financieras o el aumento de los gastos de operación. Para esto se hará un análisis financiero de las propuestas y se entregarán para aprobación al comité de operaciones y financiero de la compañía.

5.6 Análisis de resultados

A través de la medida de desempeño de nivel de servicio definida por la compañía, cuyo valor promedio para el año 2010 fue del 69%, se hará una evaluación del comportamiento de este indicador después de implementadas las mejoras y se comparará con lo obtenido en el mismo período correspondiente para el 2010. De esta manera se identifica qué impacto tuvo el proyecto investigativo y la implementación de la metodología en el cumplimiento de los tiempos de entrega pactados con los clientes en la planta de Impresión Digital.

En este punto también se hará un seguimiento y análisis a los planes de acción ejecutados para proponer en los casos que sea necesario modificaciones que los ajusten cada vez más al comportamiento deseado.

Figura 1. Pasos de la metodología de TOC



Fuente: Elaboración propia

6. JUSTIFICACIÓN

Cada año el comité de operaciones define mediante la metodología de Balance Score Card un Loss Tree o Árbol de Pérdidas en el cual identifican los focos de pérdida de cada uno de los subsistemas de la compañía. Se plantean las metas para cada uno de los indicadores y se construyen las estrategias y proyectos claves que los lleven a disminuir mes a mes la holgura entre el estado ideal y el estado actual de cada una de las medidas de desempeño.

A pesar de que durante el 2010 se llevó a cabo la ejecución de los planes definidos para mejorar los tiempos de entrega de los productos en la línea de relacionamiento, los resultados no se han visto reflejados en la medida de cumplimiento con los clientes. Es por esta razón que la compañía, ha estado abierta desde el momento en que se hizo el planteamiento del proyecto, pues ve en éste, un nuevo enfoque que quizás puede permitirle llegar a un diagnóstico más acertado de las restricciones del sistema y ejecutar planes más enfocados, que puedan tener mayores resultados en los tiempos de proceso.

6.1 Potenciales Beneficiarios

Con el desarrollo de este proyecto podrían destacarse múltiples beneficiarios. En primera Instancia el resultado obtenido con la implementación de la metodología de teoría de restricciones impactaría de manera directa la mega organizacional definida por Cadena S.A para el año 2017, pues al mejorar los niveles de servicio de la línea de relacionamiento, se está contribuyendo a mejorar las relaciones de la compañía con sus clientes, a disminuir los costos asociados al pago de cláusulas de incumplimiento y a disminuir los costos operacionales de los tiempos muertos.

Adicionalmente los clientes de Cadena se beneficiarían en cuanto a que su operación interna no se vería afectada por los retrasos en la recepción de los productos, que en el caso de compañías como Protección, Sufi, Bancolombia y

Suramericana, cuyos productos son cuentas de recaudo, afectan la promesa de entrega y tiempo establecido para el recaudo a sus clientes finales.

Por otro lado este proyecto investigativo podría ser utilizado como marco de referencia por otras entidades del sector litográfico, para que de manera similar formulen un proyecto investigativo que los encamine a encontrar soluciones a problemas asociados con el bajo cumplimiento a los acuerdos de entrega.

Este proyecto además puede ser un soporte práctico para los estudiantes de diferentes universidades que deseen desarrollar un proyecto de mejoramiento utilizando la metodología de TOC.

Finalmente el desarrollo de proyecto de investigación me permite alcanzar logros adicionales en mi trabajo como ingeniera de procesos en el área de terminación variable de la compañía Cadena S.A, pues de manera directa esta área se ve afectada por los retrasos en los tiempos de entrega a los clientes, y que conduce a una deficiente y apresurada administración de los recursos.

7. OBJETIVOS

7.1 OBJETIVO GENERAL

Mejoramiento del nivel de servicio en la planta de producción digital de la empresa Cadena S.A. mediante la aplicación de la Teoría de restricciones.

7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el flujo de trabajo y las capacidades de los procesos en la planta de impresión digital e identificar la principal restricción del sistema.
- Explotar la restricción de manera que se aproveche la capacidad disponible para este recurso.
- Subordinar los demás procesos al recurso restrictivo para sincronizar el funcionamiento de los procesos productivos al ritmo y condiciones de éste.
- Proponer y ejecutar planes de acción específicos para elevar la capacidad de la restricción que permitan mejorar aún más la productividad de los procesos.
- Establecer un proceso de mejora continua para enfocar los recursos de la planta de producción digital en acciones que garanticen una mejora progresiva en el nivel de servicio del área.

8. MARCO TEÓRICO

8.1 IMPRESIÓN DIGITAL

La impresión digital es un proceso por el cual se crea una imagen a partir de datos digitales, páginas, textos e imágenes creadas con programas de diseño electrónico.

La imagen es proyectada mediante un laser sobre un tambor de impresión sobre el que se deposita el pigmento impresor, y que es luego transferido y fijado al papel, mediante presión y calor.

A diferencia de los procesos convencionales de impresión, la impresión digital no necesita de procesos intermedios, como películas, planchas, filmación, etc. proporcionando ventajas como velocidad, corridas cortas de producción, tiempos cortos de alistamiento y personalización de documentos.

8.2 TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)

La teoría de restricciones es una metodología para la administración de los recursos de una organización basándose en los nuevos modelos de pensamiento que permiten por medio de la utilización de esquemas para la resolución de conflictos llegar a la causa raíz de los mismos y estructurar estrategias que garanticen el mejoramiento continuo de los sistemas.

En los últimos años se han desarrollado herramientas dirigidas principalmente a la creación de una nueva cultura administrativa que busca eliminar los paradigmas existentes en los métodos tradicionales de gerencia y plantear planes de acción concretos y sistemáticos que tengan un enfoque en la calidad de los diferentes subniveles de la organización que posibiliten una mejor utilización de los recursos.

Entre las herramientas que postula la metodología de teoría de restricciones se encuentran los conceptos de teoría de colas, el costeo directo, la simulación y throughput.

Teoría de restricciones argumenta que existen múltiples restricciones en la operación de cualquier organización y el objetivo de la administración de los recursos es tener la capacidad de ejercer control sobre las mismas mediante la identificación de las causales y la explotación de las alternativas de capacidad que permitan mantener en una relación de sincronización los diferentes sub-sistemas del sistema productivo.

Una de las principales premisas de la teoría de restricciones es que toda organización o sistema, entendido en el ámbito empresarial como un proceso o conjunto de procesos de negocio, tiene un objetivo general. Por lo tanto, todos los procesos dentro del sistema (u organización) deben contribuir a que el objetivo general se alcance.

Esto implica que la definición de la meta es trascendental para poder conducir al sistema y todos sus componentes en la dirección correcta. En las empresas con ánimo de lucro la meta casi siempre será ganar más dinero ahora y en el futuro.¹

8.2.1 LOS PASOS DE FOCALIZACIÓN

De acuerdo a los postulados propuestos por teoría de restricciones la toma de decisiones de basa en un esquema de cinco pasos fundamentales.

8.2.1.1 Identificación de la restricción

Se llama restricción al limitante que tiene un sistema, proceso o persona para que la empresa alcance el cumplimiento de un objetivo. Existen 3 tipos de restricciones comunes que pueden identificarse en las organizaciones

Restricciones físicas: Cuando la limitación pueda ser relacionado con un factor tangible del proceso de producción.

Restricciones de mercado: Cuando la limitante está determinada por el nivel adquisitivo del mercado o demanda de bienes y servicios.

¹ GOLDRATT, Eliyahu. La Meta: Un proceso de mejora continua. Tercera Edición. North River Press
, diciembre de 1999.

Restricciones políticas: cuando la compañía ha adoptado como sistema de operación, procedimientos que limitan la explotación de sus recursos, evitando que los resultados sean inferiores o contrarios a los esperados.

8.2.1.2 Explotar la restricción

En este paso, una vez ha sido identificada la restricción, se busca por medio de la administración de los recursos la maximización de los flujos de trabajo a través de la restricción, es decir, debe buscarse, en la mayor medida posible, lograr una utilización mayor de los recursos asociados a la restricción, lo que finalmente está orientado a lograr que el sistema u organización de manera global tenga el rendimiento deseado.

Para encontrar maneras de cómo explotar la restricción se podría iniciar con la formulación las siguientes preguntas:

¿Cómo debe ser el comportamiento de la restricción para asegurar que el sistema alcance su objetivo, teniendo en cuenta la disponibilidad actual de recursos?

¿Cómo obtener la máxima utilización del sistema para alcanzar su objetivo general, explotando solamente los recursos disponibles?

8.2.1.3 Subordinar todo a la Restricción

Posterior a la programación detallada de la restricción, se busca proteger dicho programa mediante la alineación de los demás componentes del sistema con las decisiones tomadas en el paso anterior, para que todos los subsistemas funcionen a la velocidad del recurso restrictivo y aporten a la explotación del mismo.

Un ejemplo común de subordinar todo a la restricción, es definir los tiempos de liberación de materiales, para que esta actividad se ejecute a la velocidad de la restricción y de esta manera controlar los niveles de producto en proceso.

8.2.1.4 Elevar la Restricción

En este punto, el sistema ya ha sido redefinido y se encuentra en una condición que lo acerca más al cumplimiento de su meta; sin embargo el hecho de haber mejorado la utilización del recurso restrictivo no implica necesariamente que éste tiene la capacidad optima que requiere el sistema para que los resultados sean los esperados, por lo que para seguir con el esquema de mejoramiento continuo que plantea la metodología de teoría restricciones, en este paso se busca aumentar la capacidad de la restricción, la cual puede lograrse, mediante mejoras significativas en el método de operación o por medio de inversiones financieras.

8.2.1.5 Regresar al Paso 1 Evitando la Inercia

Antes de aplicar este paso, se deben modificar políticas y paradigmas de acuerdo a las decisiones tomadas en los primeros pasos. Si se elimina una restricción, pero no se cambian las políticas y paradigmas que gobiernan el sistema, el sistema no alcanzará su objetivo al máximo posible.

En este punto, cuando se ha explotado y elevado la restricción, se debe revisar si aun ésta continua siendo la restricción, si ya no lo es, se debe volver al paso 1 y repetir todo lo proceso para obtener una nueva restricción.²

8.2.2 MEDIDAS DE DESEMPEÑO

Para poder tener una trazabilidad del comportamiento de un sistema, es importante definir medidas de desempeño que permitan visualizar a través del tiempo los cambios ocurridos en el mismo, y así poder determinar de manera oportuna en qué estado se encuentra éste frente a las metas trazadas como organización.

Para garantizar que un sistema efectivamente va en la dirección correcta, se deben definir indicadores capaces de medir el desempeño del sistema. Estos

² GOLDRATT, Eliyahu. What is this thing called Theory of Constraints and how should it be implemented? Massachusetts North Rives Press, 1990.

indicadores deben permitir medir el efecto de cualquier acción sobre el desempeño global del sistema.³

Para la metodología de teoría de restricciones Eliyahu Goldratt propone tres indicadores principales que permiten visualizar, analizar y controlar la eficiencia global del sistema a través del tiempo. Los indicadores utilizados por TOC son Throughput (T), Inversión (I) y Gastos Operacionales (GO). A continuación serán explicados con mayor detalle:

Throughput (T): se define como la velocidad a la cual el sistema alcanza su objetivo. En caso de organizaciones con ánimo de lucro, este indicador puede definirse como la velocidad a la cual la organización genera dinero a través de las ventas.

Inversión / Inventario (I): se define como todo el dinero que se encuentra amarrado en el sistema. Es el dinero que se paga a los proveedores por los insumos del sistema, maquinaria, equipos, etc.

Gastos Operacionales (GO): se define como todo el dinero que el sistema gasta para convertir el inventario en throughput.

8.2.3 INDICADORES DE RESULTADOS

Utilidad neta (UN): la utilidad resultante después de restar de la utilidad operacional, los gastos e Ingresos no operacionales respectivamente, los impuestos y la reserva legal. Es la utilidad que efectivamente se distribuye a los socios. Está dada por la siguiente ecuación

$$\text{Utilidad Neta (UN)} = \text{Throughput (T)} - \text{Gastos Operacionales (GO)}$$

Retorno sobre la inversión (ROI): genera una idea de la rentabilidad que está generando una decisión de la compañía de acuerdo con la inversión necesaria para llevar a cabo dicha decisión. Está dada por:

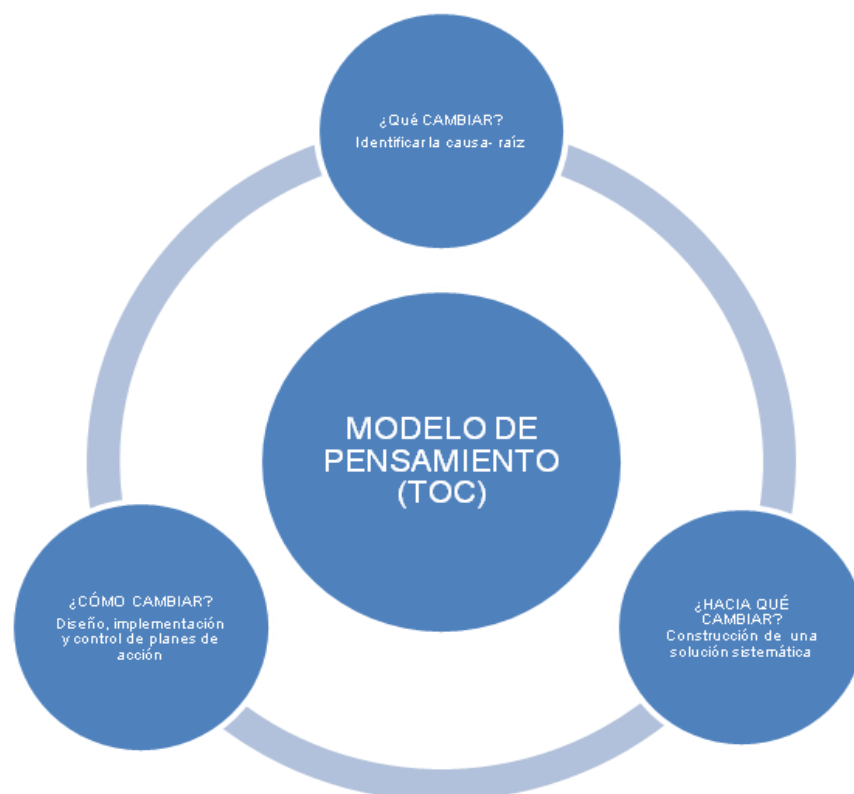
$$\text{Retorno Sobre la Inversión (ROI)} = \text{Utilidad Neta (UN)} / \text{Inventario (I)}^4$$

³ CORBETT, Thomas. La contabilidad del Throughput. Primera edición. Ediciones Piénsalo Colombia, diciembre de 1998. 181 páginas.

8.2.4 HERRAMIENTAS DE PENSAMIENTO

El proceso de mejoramiento continuo planteado en la metodología de teoría de restricciones postula el desarrollo de la actitud de crecimiento y desarrollo en una organización, mediante la búsqueda permanente de la calidad y eficiencia de las mismas- para lograrlo propone un enfoque crítico por parte de los agentes que lideran la administración de los recursos mediante la realización de actividades que permitan la identificación y análisis de situaciones fuera de control y el planteamiento de acciones correctivas sistemáticas que sean sostenibles en el tiempo y que acerquen a la organización a la obtención de su meta.

Figura 2. Modelo de Pensamiento



⁴ CORBETT, Thomas. La Contabilidad del Trúput. Primera edición. Ediciones Piénsalo Colombia, diciembre de 1998. 181 páginas.

La teoría de restricciones se ha convertido en una metodología genérica que puede ser utilizada para resolver cualquier tipo de problema, ya sea en el ámbito personal o profesional, utilizando una serie de herramientas de análisis llamadas herramientas de pensamiento.

8.2.4.1 ¿Qué cambiar?

La respuesta a esta pregunta implica conocer la causa – raíz del problema, mediante un análisis causa – efecto, cuyo resultado arroja un conflicto dentro del proceso no resuelto, que se ha vuelto crónico y que suscita un esfuerzo adicional en la administración por mantener el sistema sincronizado con los objetivos planteados.

8.2.4.2 ¿Hacia qué cambiar?

En esta herramienta de pensamiento son muy utilizados los árboles de realidad futura y ramas negativas por medio de los cuales se identifican alternativas de solución al conflicto descrito anteriormente y analizar el resultado futuro del sistema ante dicha solución.

8.2.4.3 ¿Cómo implementar el cambio?

Una vez se ha construido el plan estratégico que permita lograr el cambio, es importante determinar cómo implementar dicha solución a la causa raíz, para lo cual son muy comúnmente utilizados el árbol de transición en el cual se determinan las acciones a ejecutar y en qué momento y el árbol de prerrequisitos el cual se utiliza para identificar los posibles obstáculos durante el desarrollo del plan, las posibles soluciones a éstos y determinar el orden secuencial en el que deben ser abordados para alcanzar la meta.

9. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Cadena S.A nació es el año 1982 para atender las necesidades del mercado en el área de impresión de formas comerciales, formas continuas y documentos de seguridad.

Actualmente cuenta con 5 plantas de producción ubicadas en las ciudades de Bogotá (la planta de impresión variable con mayor capacidad en Colombia), Cali, Barranquilla, Bucaramanga y Medellín lo que le permite tener un amplio canal de distribución en todo el país con altos niveles de seguridad, confiabilidad y cumplimiento.

La integración de tecnologías de información, soluciones logísticas y modernos conceptos de mercadeo relacional, convierten a cadena en una empresa líder en el mercado.

La compañía en los últimos años ha mostrado un crecimiento acelerado lo cual se ve representado en el número de empleados al 2011, con un total de activos vinculados de 437 empleados y 128 temporales, clasificados en 421 empleados en áreas operativas y 144 administrativas.

Cadena definió su estrategia de mercado a partir de tres unidades estratégicas de negocio (UEN): suministros, relacionamiento y protección:

9.1 Relacionamiento: Esta línea está orientada principalmente a gestionar la información suministrada por los clientes para crear canales de comunicación personalizados. Entre los productos que se manejan en esta línea está la producción de extractos, cuentas de servicio público, correos directos, administración de programas de incentivos, y en general todo tipo de comunicaciones dirigidas al cliente.

El portafolio de soluciones en relacionamiento cuenta con los siguientes productos:

9.1.1 Línea transaccional: Se basa en la producción de piezas impresas con terminados de calidad que pueden ser personalizados. Esta línea se clasifica en productos como: Impresión digital a blanco y negro o a color, Transpromo y facturación electrónica.

9.1.2 Mercadeo relacional: Asesoría y desarrollo de programas de mercadeo relacional para los clientes que buscan generar fidelidad entre sus clientes. Esta línea ofrece para la gestión de información de los clientes, administración de bases de datos, modelos de segmentación, comunicación y generación de estrategias para cada segmento.

9.1.3 Programa de incentivos: Para las empresas es muy importante conservar la motivación en sus empleados, para ésto Cadena ofrece a sus clientes el servicio de programa de incentivos para el reconocimiento a la fuerza de ventas, canales de distribución y talento humano.

9.2 Protección: Esta línea está dirigida a la permanente investigación de soluciones en protección contra el fraude, falsificación de documentos y protección de marca.

El portafolio de soluciones en Protección cuenta con los siguientes productos:
Juegos de azar

Títulos valores y documentos de seguridad

Boletería de espectáculos

Protección de marca

9.3 Suministros: El enfoque de la línea de suministros está relacionado con el análisis e identificación de las necesidades de las empresas en relación con la administración de inventario de formas comerciales con el fin de optimizar sus costos de operación.

El portafolio de soluciones en suministro cuenta con los siguientes productos:

- Formas comerciales
- Formas continuas
- Formas valoradas
- Litografía comercial
- Foto álbum
- Anuarios

10. DESARROLLO DEL PROYECTO

10.1 DIAGNÓSTICO INICIAL

La metodología de TOC propone como primer paso identificar dentro del sistema las causas raíz o comportamientos de operación internos que limiten la capacidad productiva del sistema, para esto propone la construcción del Árbol de Realidad Actual (ARA), herramienta utilizada para detectar los problemas medulares dentro del mismo y los cuales son responsables de efectos indeseados en las organizaciones.

El ARA busca identificar las causas raíz que generan el bajo rendimiento actual del sistema, mediante las conexiones causa efecto de los comportamientos indeseados hallados en el proceso. Este ARA se utilizó en este proyecto de grado para validar que la solución propuesta por la Teoría de Restricciones para el área de operaciones si ataque las causas raíz que se encuentren con este diagnóstico.

Para realizar lo anterior se estructuraron reuniones con los principales líderes del área: Luis Alfonso Villegas, Jefe de la Planta de producción Medellín; Manuela Escobar, Coordinadora del área de Impresión Digital; Esteban Ortiz, Planeador del área de Impresión Digital y Gabriel Agudelo, Supervisor del área, quienes por medio de una lluvia de ideas listaron los efectos indeseados a los cuales, a partir de su experiencia, atribuyen el bajo nivel de servicio de la UEN de relacionamiento.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en cada una de las entrevistas realizadas:

10.1.1 Entrevistas

Enumere las razones o comportamientos que generan el bajo cumplimiento del nivel de servicio en la planta de Impresión Digital.

NOMBRE: Gabriel Agudelo

CARGO: Supervisor Impresión digital

- Algunos de los contratos pactados por el área comercial con los clientes, no se ajustan a las capacidades reales de producción del área.
- Alta capacidad instalada pero insuficiente en picos de producción.
- Los altos volúmenes de producción de diferentes clientes llegan simultáneamente.
- No hay cultura de comunicación entre las áreas comercial y producción.
- El Cronograma de llegada de datos no se cumple.
- Bajos tiempos de respuesta de soporte digital de proveedores internos.
- Las políticas de cumplimiento a sesiones de mantenimiento preventivo y correctivo y tiempos de respuesta de proveedores externos no se cumple.
- Poca flexibilidad en los acuerdos de nivel de servicio con los clientes.
- Información de entrada incompleta o errada, se gasta mucho tiempo validando dudas e inconsistencias.
- Retrasos en las entradas: ordenes de producción, insumos.
- En las órdenes no programadas no hay disponibilidad 24 horas en el almacén.

NOMBRE: Luis Alfonso Villegas

CARGO: Jefe de producción

- Poca planeación del área por falta de sistemas y personal calificado para hacerlo.

- Incertidumbre llegada de datos al área.
- Deficiente flujo de materiales.
- No hay comunicación entre áreas.
- Problemas de calidad retrasan los procesos de alistamiento.
- En el área no se conoce la información de ANS.
- No hay confiabilidad de los equipos.

NOMBRE: Manuela Escobar Sierra

CARGO: Coordinadora Impresión variable

- Al área ingresan errores provenientes de otras áreas (servicio al cliente, prensas, clientes).
- Terminación variable por ser el último eslabón de la cadena absorbe los errores de los demás procesos.
- No todos los líderes de áreas tienen el sentido de urgencia
- El sistema de información no permite organización.
- El sistema de información no es confiable.
- Las áreas comercial y de toma de decisiones críticas de la organización no conocen a fondo los procesos y estructura de operación del área.
- No existe un sistema de programación para el área.

NOMBRE: Esteban Ortiz

CARGO: Planeador Impresión variable

- Incertidumbre en la llegada de los datos.
- Simultaneidad de picos de producción.
- ANS desfasados de la realidad productiva de la planta.

- Desconocimiento de ANS.
- Sistemas de información no son confiables.
- Los insumos de entrada (OP) no son confiables.
- Los inventarios de insumos no son confiables.
- Muchas urgencias.

10.1.2 Árbol de Realidad Actual

El árbol de realidad actual es una herramienta propuesta por la metodología de Teoría de Restricciones, por medio de la cual se construyen conexiones causa efecto para identificar la causa raíz o comportamientos indeseados existentes en los esquemas de operación de un sistema u organización.

Este árbol se construyó en base a las respuestas entregadas por parte de 4 líderes dentro de la planta de Impresión Digital, las cuales se agruparon y redefinieron, para finalmente conectarlas en la estructura del ARA. (ver Figura 3).

El árbol de realidad actual permitió por medio de estas conexiones identificar algunas de las causas que originan la desviación del estado ideal de cumplimiento de nivel de servicio superior al 95%.

Las causas raíz que se encontraron fueron las siguientes:

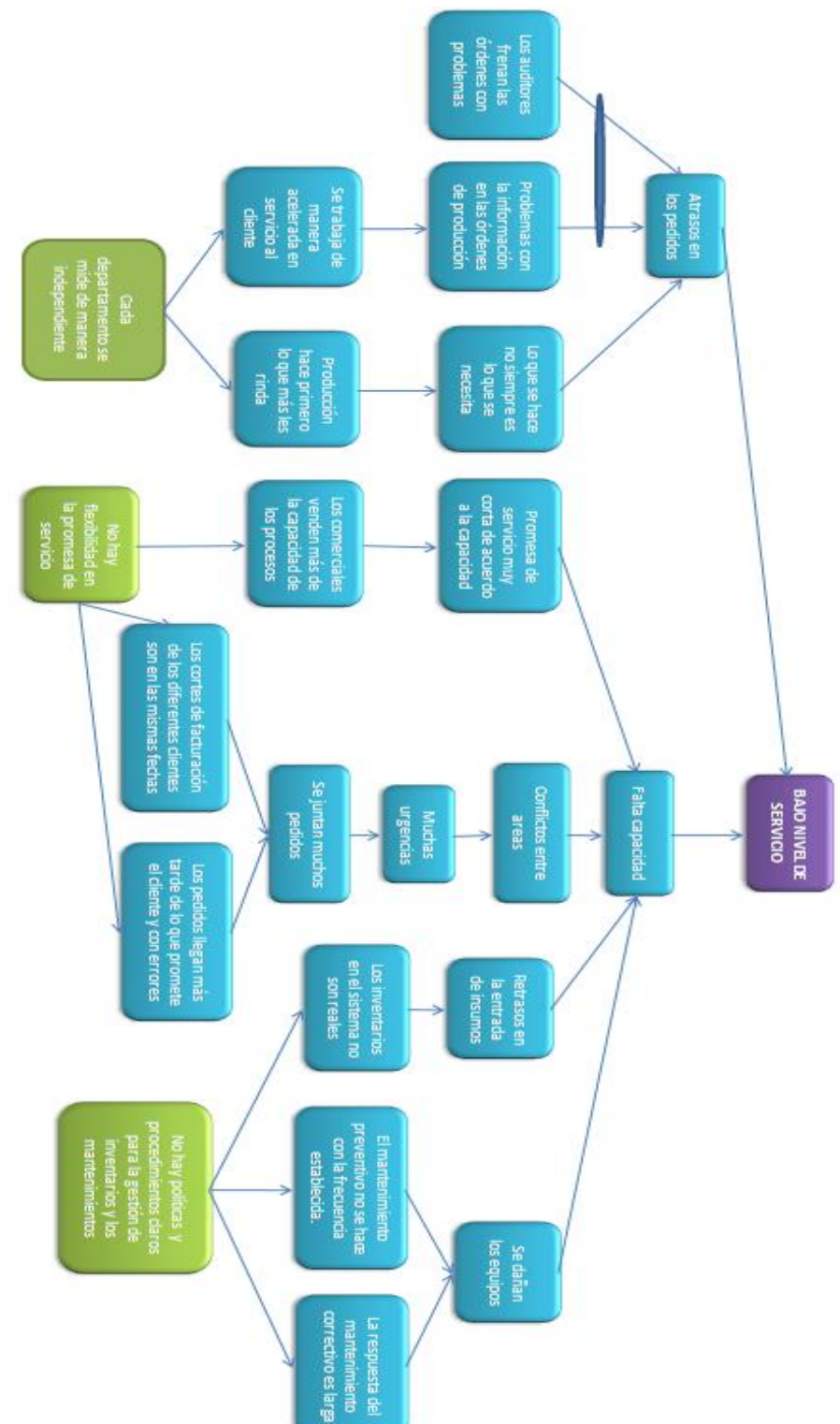
Cada departamento se mide de manera independiente: en la compañía la eficiencia se mide local y no globalmente, es decir, cada área de forma independiente tiene indicadores de eficiencia.

Este esquema puede generar conflictos entre los intereses particulares de las diferentes áreas como es el caso de Servicio al Cliente y Producción; la primera provee el insumo de trabajo a la planta que son las órdenes de producción.

Estas describen la ingeniería de cada producto, las especificaciones técnicas, así como la ruta crítica del mismo en su recorrido productivo, la asignación de

material, las cantidades requeridas, las fechas de compromiso, las direcciones de despacho y demás observaciones particulares solicitadas por el cliente en su pedido.

Figura 3. Árbol de Realidad Actual



Como indicador de eficiencia del área, el tiempo de respuesta es de máximo 24 horas desde el momento en el cual el área comercial solicita la producción del pedido. Servicio al cliente aunque tiene un indicador de cumplimiento satisfactorio para la compañía, genera muchas inconsistencias en la información y ordenes de producción que entrega a Producción.

Es en dicho punto en el cual la eficiencia local de servicio al cliente puede tener repercusiones negativas en Producción en donde se generan repetitivos paros por dudas y correcciones de la información contenida en este insumo.

Como este, dentro del esquema de operación de la planta de Impresión Digital hay muchos otros casos de eficiencias locales que generan distorsión a la hora de analizar el comportamiento del sistema y orientar los esfuerzos en diseñar y ejecutar planes para mejorar el cumplimiento a los clientes.

No hay flexibilidad en la promesa de entrega: debido a que el servicio de impresión digital está orientado principalmente a la impresión de facturas de información y recaudo de grandes empresas, y las fechas de corte de estas coinciden ya sean quincenalmente o trimestralmente, los contratos pactados no permiten flexibilidad en los tiempos de entrega.

Los principales clientes de Cadena son empresas del sector financiero quienes en su estructura operacional tienen fechas de corte y de recaudo fijas y a partir de las cuales establecen para cada uno de sus clientes plazos para el pago de las obligaciones.

Entendiendo este esquema las entidades financieras no pueden ser flexibles en los plazos de entrega de las facturas de recaudo a sus clientes, puesto que un retraso en ello, implicaría una multa por incumplimiento del contrato.

No hay políticas y procedimientos claros para la gestión de inventarios y mantenimientos: los mantenimientos de los equipos de impresión son realizados por proveedores externos, con los cuales se establecieron contratos de sesiones preventivas periódicas así como atención o mantenimientos correctivos cuando se presentan averías, los cuales deben ser atendidos en un

plazo máximo de 4 horas desde el momento en el cual se abre la llamada de servicio. Las sabanas de mantenimiento en las cuales se establecen las partes a inspeccionar y las frecuencias de revisión no se ejecutan con la regularidad requerida por lo que la confiabilidad de los equipos es baja.

El nivel de averías promedio mensual del área es de 7 a 10, en los cuales se requiere cambio de parte y el tiempo para que la máquina quede nuevamente operativa es de 5 a 10 horas. Los paros de proceso no planeados debidos a daños en los equipos mensualmente son en promedio 85.

Por otro lado el almacén también genera paros en los procesos de impresión en lo relacionado a los retrasos de entrada de insumos y baja confiabilidad en los inventarios.

Estas causas raíz corresponden a comportamientos de operación, que restringen la utilización de los recursos dentro del área.

El no tener flexibilidad en la promesa de entrega, es un comportamiento que limita la utilización de los recursos, pues obliga al sistema a tener capacidad disponible afectando de manera directa el cumplimiento a otros clientes.

Este comportamiento puede ser trabajado mediante la redefinición de los ANS de los principales clientes, proponiendo planes de venta atractivos que permitan flexibilizar los tiempos de entrega; esta alternativa depende exclusivamente de las negociaciones y planes estructurados desde el área Comercial, por lo cual no fue atacado con el desarrollo de este proyecto.

La poca confiabilidad en los sistemas de inventarios y mantenimiento generan el 88% de los paros no planeados dentro de la operación de los equipos, pero al igual que la causa raíz anterior no se trabajó en este proyecto por depender de las áreas de Almacén y Mantenimiento fuera del alcance definido inicialmente.

La causa raíz asociada con la medición de eficiencia de las diferentes áreas será el enfoque principal de este proyecto. Para un ambiente MTO (Make to Order) que tenga esta causa raíz de las eficiencias locales existe una solución

de la teoría de restricciones llamada Tambor-Amortiguador-Cuerda Simplificado que viene de la traducción del inglés Simplified Drum-Buffer-Rope (S-DBR). Esta solución fue diseñada especialmente para abolir este síndrome de las eficiencias locales para orientar todos los procesos de la compañía hacia eficiencias globales. La implementación de este paso se describirá en el paso Subordinar ya que se considera que tener políticas incorrectas es “falta de subordinación” a las restricciones físicas. Gracias al ARA pudimos identificar esta causa raíz para luego escoger una solución o inyección que convierta los efectos indeseables en deseables como se observa en el ARF. (Ver Figura 4).

Figura 4. Árbol de Realidad Futura



Fuente: Elaboración propia

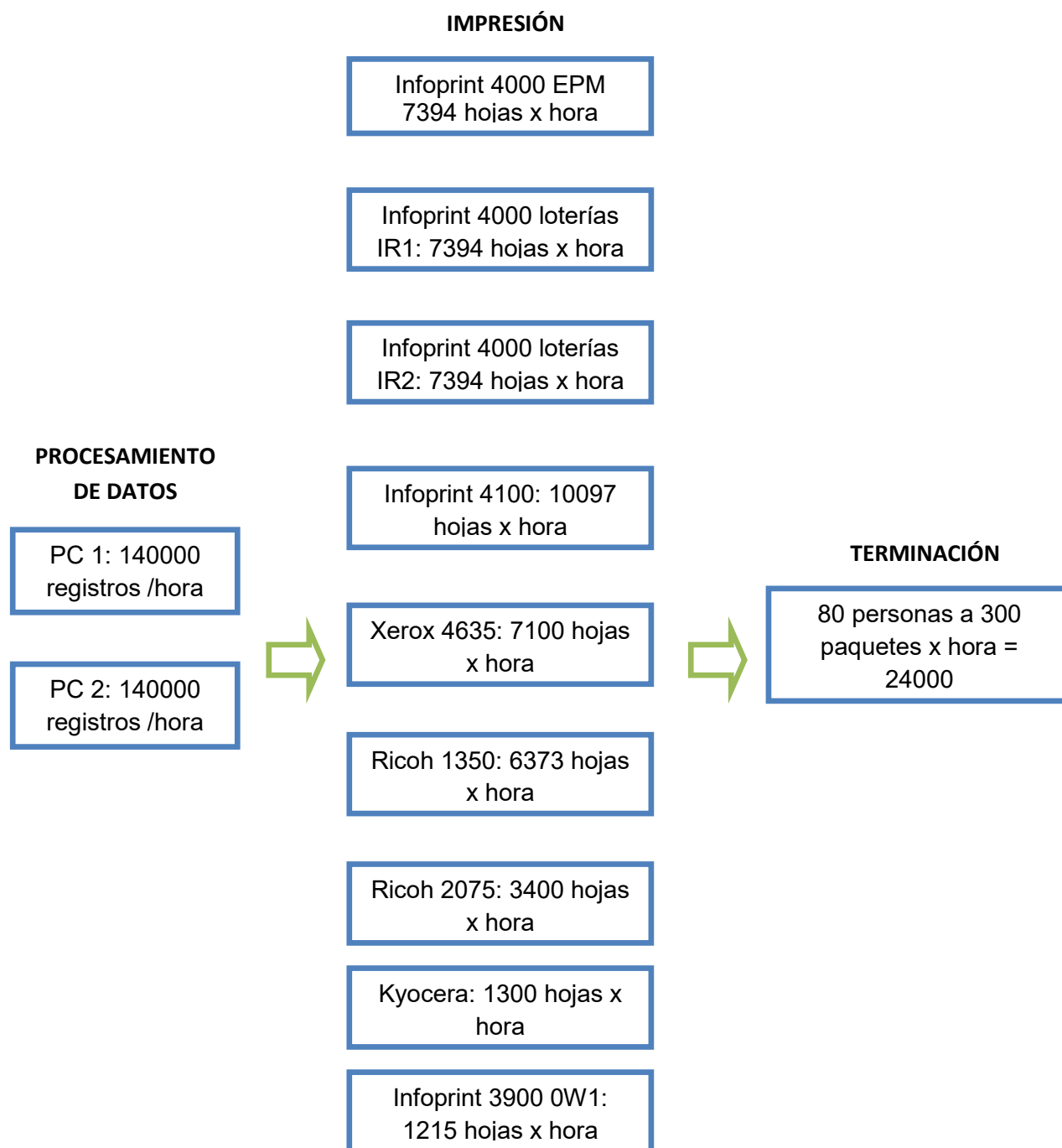
10.2 IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN

Para identificar la restricción física del área de Impresión Digital, se realizó un estudio de tiempos para determinar las capacidades reales del sistema, las cuales, aunque habían sido medidas por la compañía en el año 2002, no reflejaban el comportamiento actual del sistema.

Estos tiempos fueron cronometrados con la asesoría de expertos del área de mantenimiento de los equipos, quienes supervisaron las variables a tener en cuenta durante la medición de la corrida.

Finalmente se establecieron tiempos estándar para cada uno de los equipos dentro del área y se estructuró una reunión en la cual, Luis Villegas y Manuela Escobar, validaron los datos y autorizaron que estos fueran tomados como estándares de rendimiento para cada uno de ellos. Los tiempos fueron actualizados en Metrics, ERP de la compañía para ser utilizados en los procesos de planeación y cotizaciones.

Figura 5. Capacidades de Impresión - Área Producción



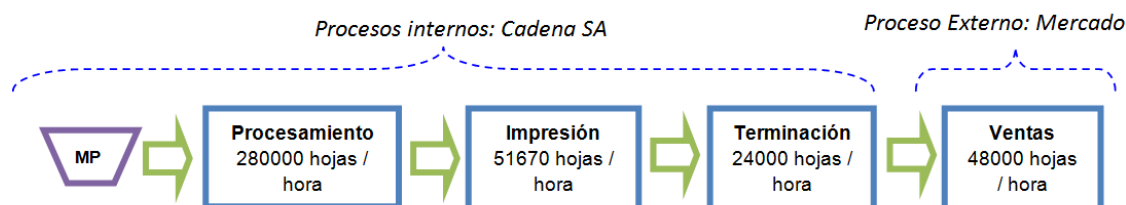
Fuente: Elaboración propia

10.2.1 Estudio de Capacidades de Producción del Área

En la anterior grafica se hace una relación de capacidades en cada uno de los recursos disponibles en el área, para procesamiento de datos, se determina la capacidad de gestión de datos para los dos equipos disponibles, en impresión se tiene la capacidad para cada una de la maquinas de impresión, y finalmente el proceso de terminación agrupa la capacidad de 80 operadoras por turno con un rendimiento estándar de 300 unidades ensobradas por hora.

Para lograr un mejor entendimiento de las capacidades y debido al comportamiento estacional de la demanda de los productos de la línea de relacionamiento, se dividió el estudio de capacidades para dos periodos diferentes en el mes: días de corte de facturación y días distintos a cortes de facturación.

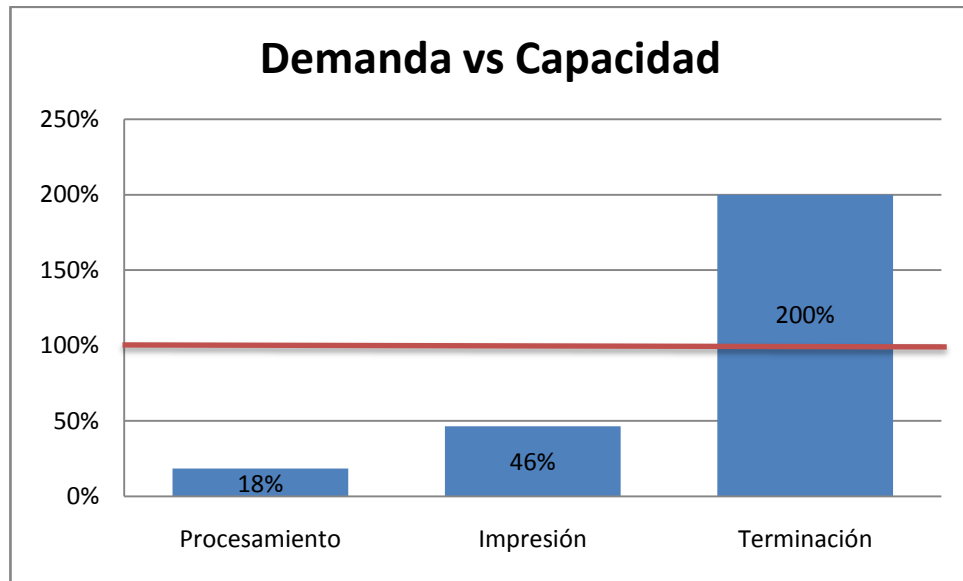
Figura 6. Panorama 1 Estudio de Capacidades Restricción Interna



Fuente: Elaboración propia

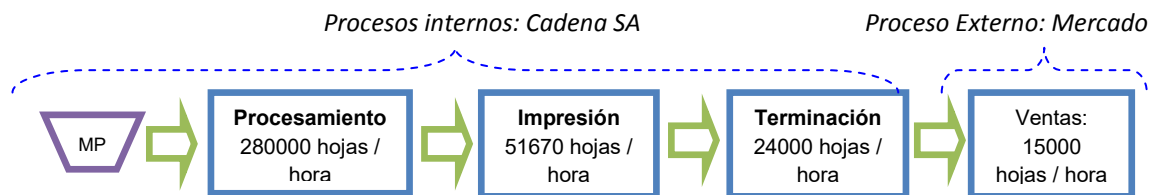
Al analizar la capacidad instalada en la planta de producción digital versus la capacidad demandada en el mercado en los días de corte de facturación, queda claramente evidenciado que la restricción es interna y corresponde al proceso de terminación, en el cual el rendimiento teórico por hora está por debajo de lo requerido. (ver Figuras 6 y 7)

Figura 7. Utilización de recursos en días de corte de facturación



Fuente: Elaboración propia

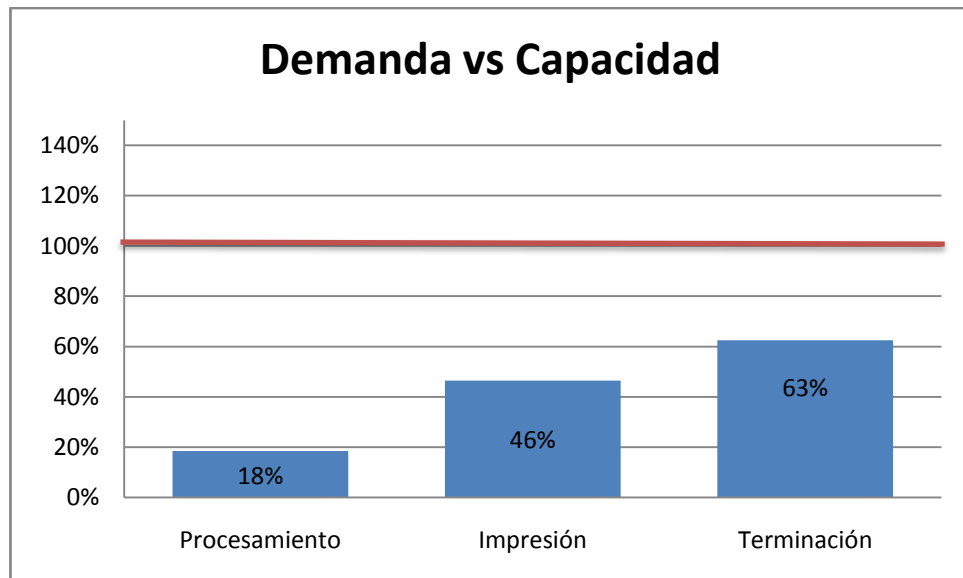
Figura 8. Panorama 2 Estudio de Capacidades Restricción Externa



Fuente: Elaboración propia

En este segundo escenario, se evidencia por el contrario, que la planta de producción digital tiene solamente un 62.5% de utilización de la capacidad de sus recursos, por lo que para este caso la restricción se traslada al mercado, el cual en estos periodos de cada mes no responde a la oferta disponible. (ver Figuras 8 y 9)

Figura 9. Utilización de recursos en días diferentes a los de corte de facturación



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se hizo un seguimiento a los equipos de impresión durante el mes Enero para identificar su nivel de utilización, que permitiera determinar qué porcentaje de la capacidad instalada está siendo utilizada y cuál es el comportamiento general de los mismos y descartar que se tuviera limitación de capacidad productiva en alguno de estos.

Figura 10. Utilización máquina 4100 mes de Enero

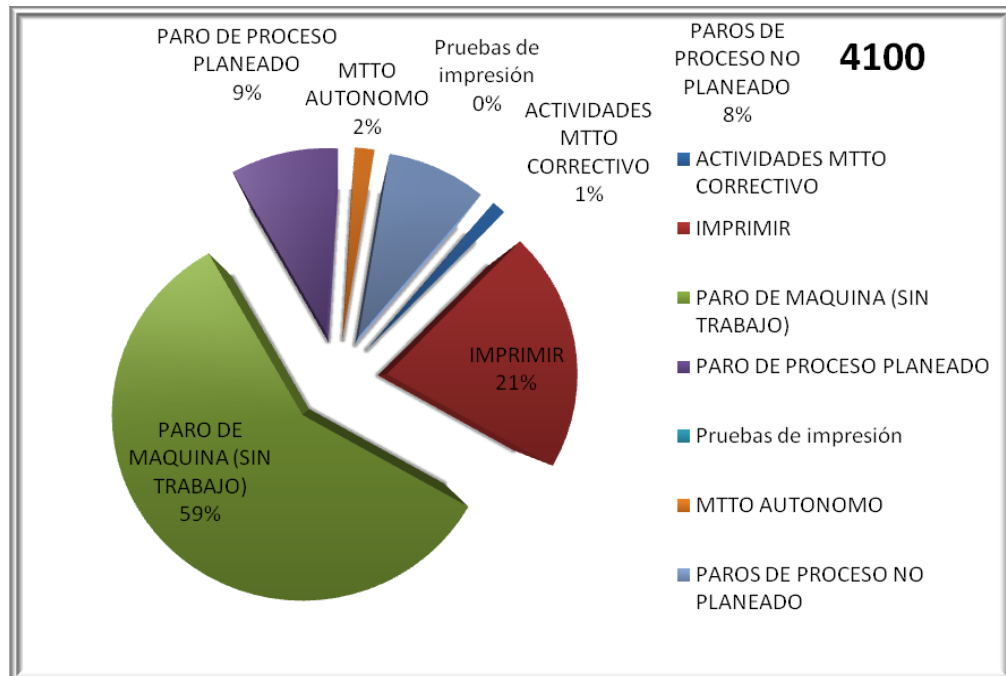


Figura 11. Utilización máquina 4000 Ir1 mes de Enero

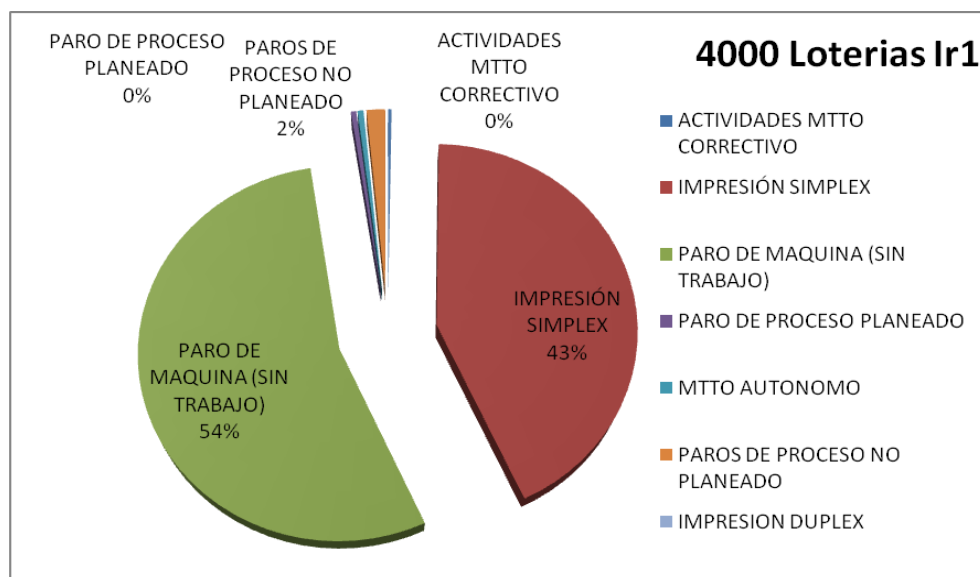


Figura 12. Utilización máquina 4000 EPM mes de Enero

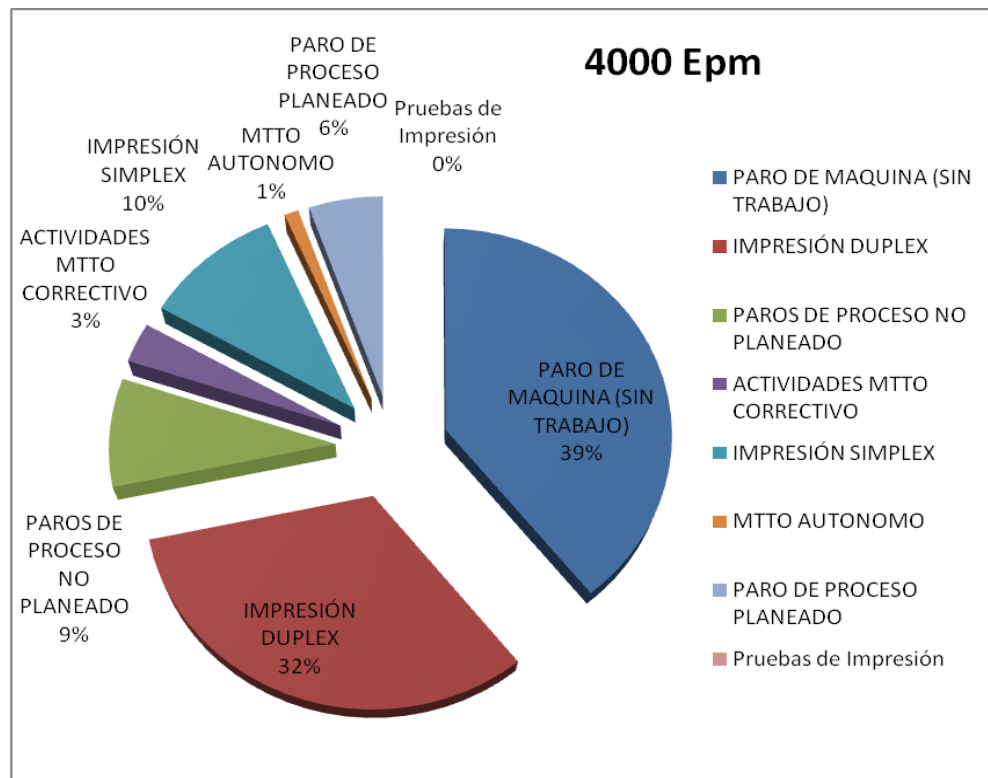


Figura 13. Utilización máquina 0W1 mes de Enero

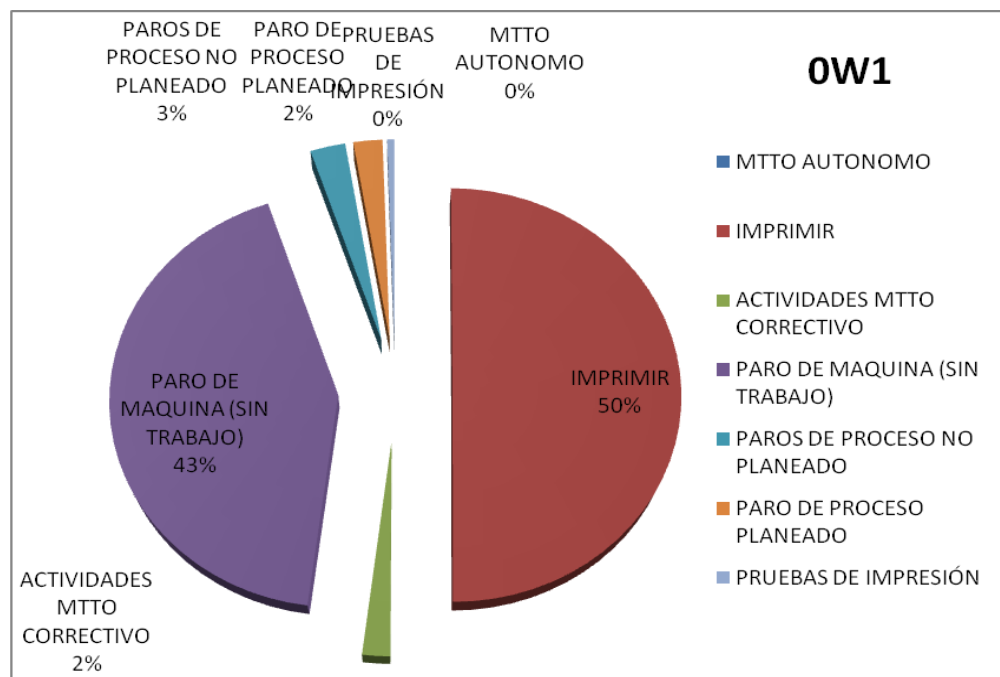


Figura 14. Utilización máquina Xerox Dp135 mes de Enero

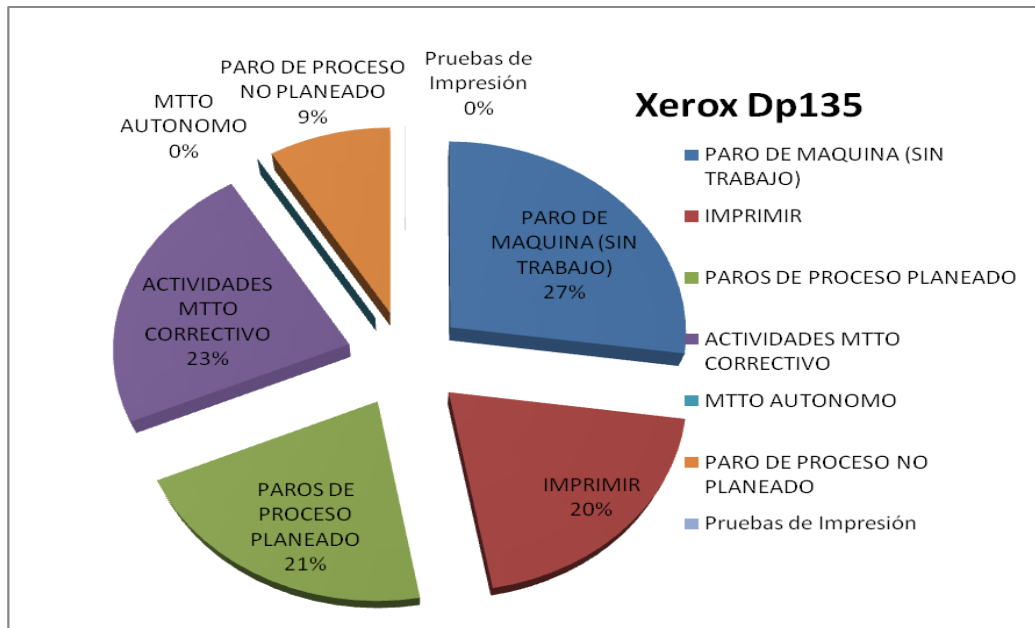
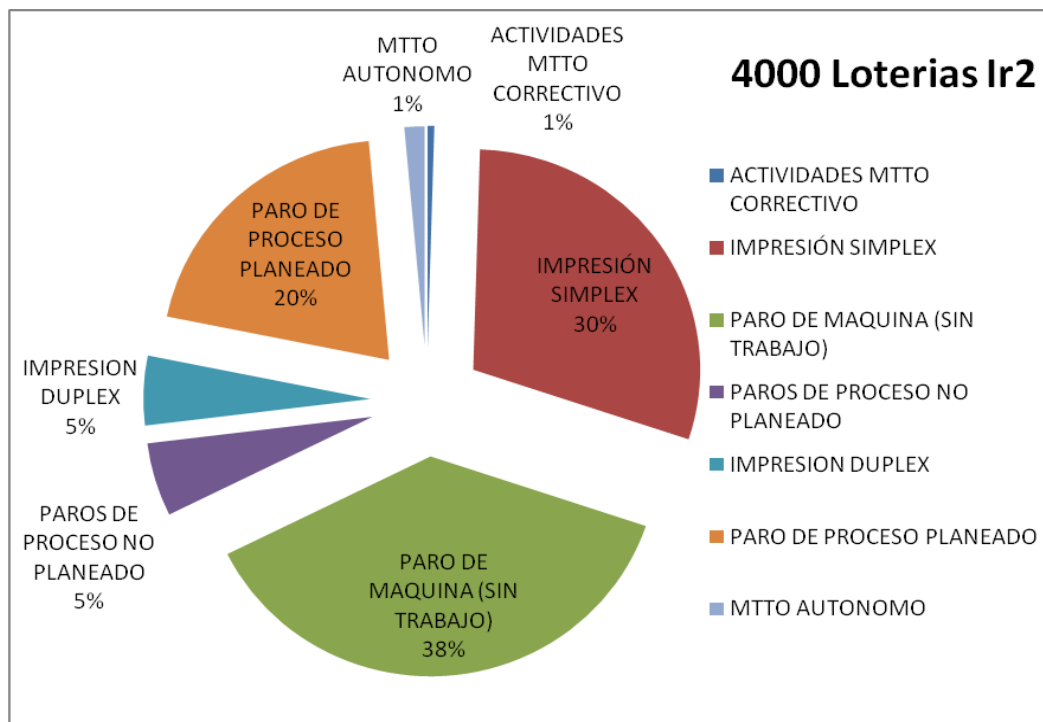


Figura 15. Utilización máquina 4000 Loterías Ir2 mes de Enero



Fuente: Elaboración propia

En las graficas anteriores queda demostrado que en promedio al mes, el proceso de impresión y por consiguiente terminación tienen menos de un 50% de utilización, teniendo amplia capacidad ociosa.

De lo anterior se concluye que el sistema tiene 2 restricciones diferentes que dependen del momento en el que se analicen las capacidades. En los cortes de facturación el recurso con restricción de capacidad es Terminación Variable y en los días distintos a los cortes de facturación la restricción es El Mercado. Tener dos restricciones dependiendo del día del mes vuelve un poco más compleja la implementación, y por esta razón, cada uno de los pasos de focalización estará dividido en 2 secciones, una para la restricción interna y otra para la restricción externa. Ambas restricciones fueron trabajadas con la metodología de TOC, mediante la estructuración y ejecución de planes de acción en cada uno de los pasos desarrollados.

10.3 Explotar la Restricción

Explotar una restricción consiste en aprovechar al máximo su capacidad. Se definieron dos enfoques diferentes para cada una de nuestras restricciones:

10.3.1 Restricción Interna: Terminación Variable

Como esta restricción interna determina el desempeño entero del sistema en los días donde hay picos de demanda, se deben buscar maneras de sacarle el máximo provecho a este elemento; para lo anterior se realizó un estudio de tiempos mediante la metodología Standarize Work Place.

Objetivo: aumento en la productividad del área

Paso 0: Definición del problema

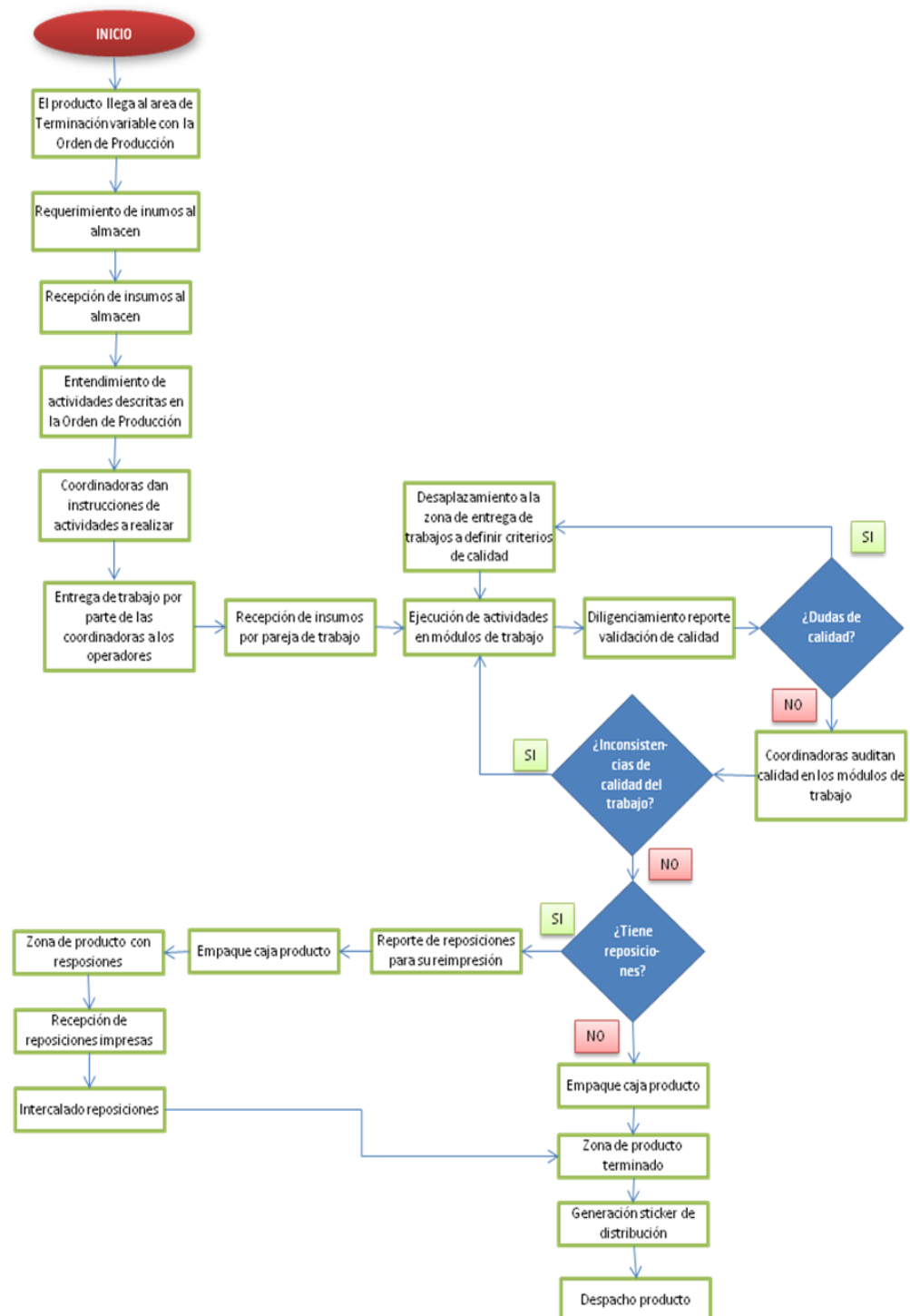
Por medio de la valoración de capacidades se determinó que la restricción del sistema es el área de terminación variable. La capacidad actual instalada es de 80 operadores con un rendimiento estándar de 300 unidades ensobradas / hora.

Paso 1: Entendimiento de la situación actual

Información inicial

1. Número de empleados: 80 por turno
2. Número de Procesos realizados: 9
3. Productividad actual: unidades / hora persona
 - Ensobrar: 300
 - Pegar guía colbón: 720
 - Clasificar: 620
 - Pegar guía cinta: 430
 - Pegado de sticker: 670
 - Grapado 2 hojas: 600
 - Termosellar: 390
 - Embolsar con 2 insertos: 300
 - Intercalar documento: 310
4. Tres turnos de operación, 6 días de operación
5. Turno de operación: 8 horas
6. Capacidad instalada: 24000 unidades / hora

Figura 16. Diagrama de Proceso Terminación Variable



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Diagrama espagueti - Proceso Terminación Variable



Fuente: Elaboración propia

Ruta de desplazamientos

- Ingreso al puesto de trabajo – posicionamiento implementos de trabajo.
- Recepción de producto a trabajar.
- Llevar producto al módulo de trabajo.
- Recepción de insumos.
- Desplazamiento al puesto de trabajo.
- Validaciones de calidad con las coordinadoras en zona de entrega de trabajo
- Desplazamiento al puesto de trabajo
- Recepción de insumos (entrega anterior incompleta).
- Desplazamiento puesto de trabajo.
- Desplazamiento a zona de reposiciones para entregar producto terminado.
- Desplazamiento al módulo de trabajo.
- Desplazamiento a intercalar reposiciones

- Desplazamiento al puesto de trabajo.
- Devolución insumos sobrantes.

ESTUDIO DE TIEMPOS

Para este estudio se definieron las actividades realizadas por los operadores durante el proceso de ensobrado las cuales fueron medidas por medio de cronómetro y clasificadas como NAV (no agrega valor) y AV (agrega valor). (ver Tabla 4)

Tabla 4. Estudio y clasificación de tiempos Terminación Variable

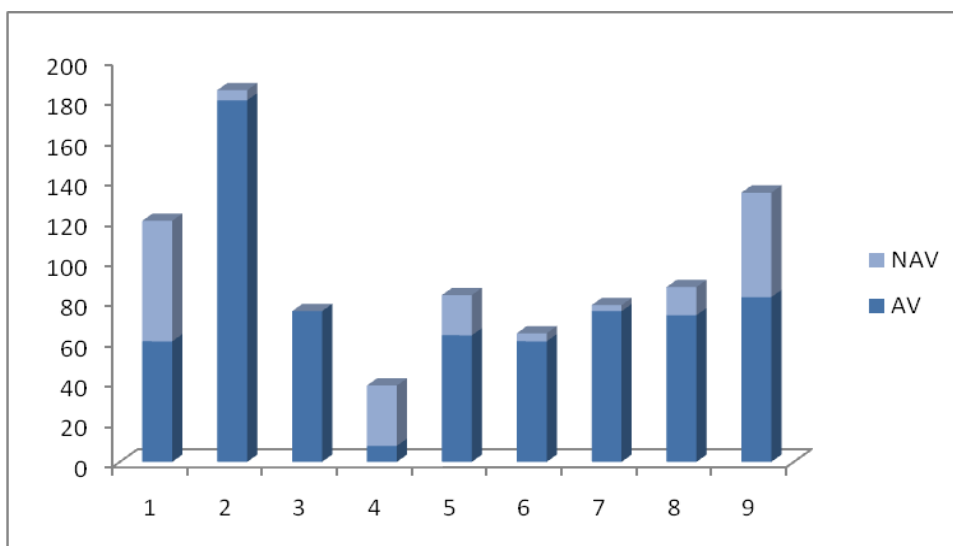
ESTUDIO DE TIEMPOS				
ACTIVIDAD	ESPECIFICACIÓN	NAV	AV	TOTAL
1	Instrucciones grupales	60	60	120
2	Entrega material	120	180	300
3	Recepción de insumos	37	75	112
4	Organización puesto de trabajo	30	8	38
5	Validaciones de calidad	92	63	155
6	Diligenciamiento reporte	4	60	64
7	Empaque caja	3	75	78
8	Reporte reposiciones	14	73	87
9	Intercalado reposiciones	52	82	134
TOTAL				1088

Fuente: Elaboración propia

NAV: corresponde al tiempo en segundos destinado a una actividad que no agrega valor al producto y/o proceso.

NA: corresponde al tiempo en segundos la actividad que agrega valor al producto y/o proceso.

Figura 18. Tiempos NAV y AV de Actividades de Terminación Variable.



Fuente: Elaboración propia

Una vez se tuvo el entendimiento de la situación inicial, a partir de los resultados obtenidos en la construcción del diagrama de proceso, el diagrama de espagueti y la medición de tiempos clasificados en NAV y AV, se estructuraron y ejecutaron los siguientes planes de acción:

Entrega de material: dentro del esquema de operación del área esta actividad atrasaba los demás procesos, debido a que solo se contaba con 2 coordinadores para entregar el trabajo al grupo de 40 parejas; el promedio de estas que llegaban a recibir el trabajo de forma simultánea era de 4. Esta actividad tomaba un tiempo aproximado de 3 minutos, tiempo de cola para las otras 2 parejas.

El plan que se estructuró para esto fue aumentar a 3 los coordinadores que entregan el trabajo, y entrenar a dos coordinadores adicionales del proceso de reposiciones para que cubran esta actividad cuando el volumen de personas en la zona de recepción de trabajo lo requiera. Con este nuevo staff para la actividad de entrega de material se disminuyó el tiempo de espera por parte de las operadoras de los módulos de trabajo y se evidencia en la reducción total del tiempo que no agrega valor en un ciclo.

Otra actividad que se evidenció no agregaba valor y en el diagrama de espagueti se observa como una actividad repetitiva, es el requerimiento de insumos. Los operadores se dirigían a esta área donde un operador encargado les entregaba una cantidad aproximada de insumos (bolsas, sobre, insertos).

Debido a que la cantidad que se les entregaba no era exacta, pues la suministraba un operador sin recursos apropiados para hacer el control de cantidades de los mismos, los operadores debían muchas veces hacer dos o hasta tres transportes para completar la cantidad de insumos cuando estos no eran suficientes para hacer el alistamiento del paquete que se había asignado; de igual forma al finalizar los paquetes los operadores debían retornar a la zona de recepción de insumos la cantidad sobrante de estos, teniéndose en el proceso pérdidas de tiempo en transportes asociados a esta actividad.

Para reducir esta pérdida se habilitó un equipo de medición (gramera), el cual permite por medio del peso de los materiales calcular la cantidad de los mismos. Este cambio en el esquema de operación de entrega de insumos logró una reducción a solo un transporte para esta actividad necesaria dentro del proceso.

Figura 19. Proceso cuantificación de insumos



El grupo de trabajo del área está conformado por 80 operadores ubicados en 40 módulos de trabajo, en donde se realizan las actividades de terminado.

Cuando estos tenían dudas o problemas durante el alistamiento se dirigían a la mesa de entrega de trabajo donde consultaban con las coordinadoras las dudas sobre el proceso. Debido a que la función primaria de las coordinadoras es entregar trabajo las operadoras debían esperar hasta 3 minutos para poder ser atendidas para solucionar sus dudas.

Adicionalmente el tiempo de espera era directamente proporcional a la cantidad de operadores que se dirigían a la mesa a validar dudas del proceso. Buscando evitar estas pausas en el proceso y teniendo en cuenta que la metodología propone evitar el paro del recurso restrictivo, se diseñó un plan de alertas, en el cual por medio de banderas rojas los operadores de los módulos notifican que tienen algún problema.

Las coordinadoras de mesa o de reposiciones deben dirigirse en el menor tiempo posible al módulo de trabajo que tiene la alerta para dar solución al inconveniente o duda presentada. De esta manera se logra que la operadora pueda seguir trabajando en otro lote mientras la coordinadora resuelve la inquietud y se evita este tiempo perdido.

Finalmente las coordinadoras son las encargadas de resolver dudas de calidad y definir según la criticidad de estas hasta qué punto son o no permisibles. En la mayoría de los casos éstas debían dirigirse a la sección de impresión a validar con los líderes de turno, quienes a partir de su experiencia determinaban si dichos defectos podían ser aceptados o por el contrario el producto debía ser reportado como reposición para ser nuevamente impreso. En estas validaciones y trasportes por parte de las coordinadoras se perdía mucho tiempo, tiempo en el cual los operadores de los módulos suspenden sus actividades.

Para disminuir esta pérdida asociada a las validaciones de calidad se estructuró el siguiente plan de acción:

Buscando homologar los criterios de calidad existentes en el área se utilizó una metodología del sistema integral de calidad llamada TAMU (Target, Aceptable, Marginalmente Aceptable e Inaceptable). Esta establece para cada uno de los

atributos definidos para los productos existentes en el área el estado T que corresponde al estado ideal de calidad para estos.

El estado A corresponde a desviaciones en la calidad ideal definida para el atributo, este tipo de defecto difícilmente es percibido por el cliente final y no afecta para nada la utilidad o función del producto.

El estado M corresponde a una desviación mayor del estado ideal la cual puede ser percibida por el cliente pero no afecta de manera considerable la función del producto. Finalmente la calificación U corresponde a los atributos con defectos de calidad que no son permisibles por el cliente pues afecta de algún modo la función del producto, en estos casos el producto debe ser reportado como reposición para ser impreso nuevamente.

Lo primero que se realizó en la implementación de esta metodología fue definir las categorías de productos trabajados en el área, para cada una de las cuales se definieron unos atributos de calidad según las especificaciones particulares del proceso de terminado en cada uno de ellos.

Finalmente se realizaron estándares fotográficos en donde se muestra el estado Target, Aceptable, Marginalmente Aceptable e Inaceptable de cada uno de los atributos definidos.

Estos estándares visuales están disponibles en un espacio físico creado al cual se le dio el nombre de Laboratorio de Calidad ya que permite realizar validaciones rápidas para la calidad del producto en proceso o terminado.

Este esquema de calidad permitió eliminar el tiempo gastado en desplazamientos y búsquedas de los líderes de turno para aprobación o no de un defecto encontrado en un producto, contrario a esto las coordinadoras cuentan con estas ayudas que les permiten tomar decisiones rápidas de calidad durante el proceso.

A continuación se muestra uno de los estándares visuales creados que permitieron un ahorro significativo en el tiempo muerto en el proceso por espera para resolver dudas de calidad del producto.

Figura 20. TAMU calidad armado

Categoría: Correo directo Atributo: Calidad del armado

<p>Calificación grado T: Pliegues derechos, bien pegados, y sin rebaba.</p>	
<p>Calificación grado M: No se cumple alguna de las condiciones anteriores</p>	<div data-bbox="895 987 1283 1272">  </div> <div data-bbox="1190 1285 1339 1346"> <p>Rebaba</p> </div> <div data-bbox="906 1361 1315 1630">  </div> <div data-bbox="906 1637 1090 1729"> <p>Pliegues torcidos</p> </div>

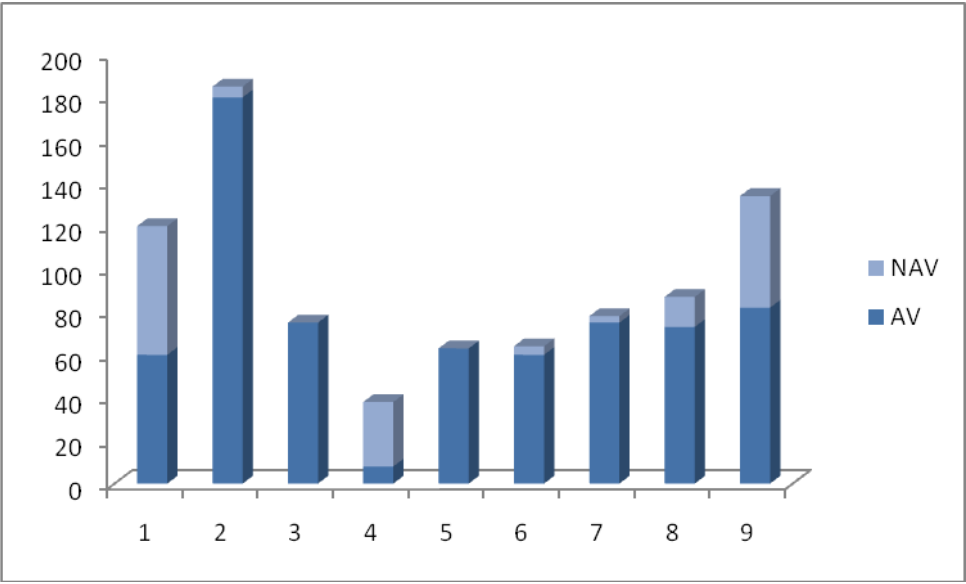
Con la implementación de los planes de acción mencionados se obtuvieron cambios significativos en los tiempos de las actividades, los resultados se muestran a continuación. (ver Tabla 5)

Tabla 5. Nuevos Tiempos Actividades Terminación Variable

ESTUDIO DE TIEMPOS							
ACTIVIDAD	ESPECIFICACIÓN	ANTES			AHORA		
		NAV	AV	TOTAL	NAV	AV	TOTAL
1	Instrucciones grupales	60	60	120	60	60	120
2	Entrega material	120	180	300	5	180	185
3	Recepción de insumos	37	75	112	0	75	75
4	Organización puesto de trabajo	30	8	38	30	8	38
5	Validaciones de calidad	92	63	155	0	63	63
6	Diligenciamiento reporte	4	60	64	4	60	64
7	Empaque caja	3	75	78	3	75	78
8	Reporte reposiciones	14	73	87	14	73	87
9	Intercalado reposiciones	52	82	134	52	82	134
TOTAL				1088			844

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Nuevos tiempos NAV y AV de Actividades de Terminación Variable.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Proceso de Terminación de Producto



Fuente: Elaboración propia

Finalmente se realizó una nueva medición de tiempos con cronómetro para cada una de las actividades realizadas en el área, los nuevos estándares se presentan a continuación:

Tabla 6. Comparación de Estándares por Actividad

PROCESO	ESTANDAR DAR AYUDA	NUEVOS ESTANDARES
Ensobrar	300	370
Pegar guía colbón	720	900
Clasificar	620	620
Pegar guía cinta	430	430
Pegado de sticker	670	700
Grapado 2 hojas	600	600
Termosellar	390	390
Embolsar con 2 insertos	300	300
Intercalar documento	310	310

Fuente: Elaboración propia

Con los nuevos estándares de rendimiento para las actividades realizadas en el área, se logró un aumento en la capacidad instalada de 5600 unidades ensobradas por hora. La capacidad antes de los cambios era de solo 24.000 unidades por hora y se logró incrementar a 29.600 (23.33%).

10.3.2 Restricción Externa: El Mercado

¿Cómo explotar una restricción externa que está por fuera de nuestro dominio? Explotar la capacidad del mercado, se logra a través de un buen nivel de servicio como ventaja competitiva de la organización, objetivo específico de este proyecto de investigación, aprovechando al máximo la capacidad de compra del mercado.

El nivel de incumplimiento de los pedidos de los clientes genera un ruido importante en la organización pues estos se ven afectados de forma directa en sus procesos. En el caso de las facturas o bonos personalizados de descuento, los cuales tienen una fecha específica de vencimiento, si no llegan a los clientes finales en los tiempos pactados, la imagen de las compañías clientes de cadena se ve altamente afectada. El nivel de deserción en la compañía asociado al incumplimiento fue durante el año 2010 del 4.8%.

Cadena cuenta con un sistema de quejas y reclamos por medio del cual los clientes expresan sus inconformidades con respecto a la calidad de los productos y servicios, durante el 2010 el porcentaje de quejas y reclamos asociados al bajo cumplimiento con la promesa de entrega fue del 47%.

Debido al gran número de competidores existentes en la unidad estratégica de relacionamiento es importante para cadena disminuir la cantidad de clientes inconformes con el nivel de cumplimiento y así mismo el número de deserciones generadas por esta causa.

Este paso de la metodología propone aprovechar al máximo la capacidad de compra del mercado y una forma de lograrlo es satisfaciendo en alto grado sus necesidades de cumplimiento.

10.4 SUBORDINAR TODO LO DEMÁS A LA RESTRICCIÓN

Subordinar los demás procesos a la restricción consiste en la alineación de todas las áreas para un objetivo común. Para la restricción interna esta subordinación se basará en garantizar que el flujo hacia esta nunca sea interrumpido; para la restricción externa consiste en alinear los procesos con las necesidades del mercado.

10.4.1 Restricción Interna: Terminación Variable

Este paso de la metodología consiste en alinear al resto de los recursos para que funcionen al ritmo que marca la restricción del sistema. Para subordinar la restricción se propusieron varias acciones.

10.4.1.1 Definición lotes de transferencia

Para asegurar el flujo continuo de trabajo para el recurso restrictivo se definieron los lotes de transferencia (cantidad de unidades que se acumulan antes de pasarlas de un centro de trabajo a otro), lo que permite mejorar el flujo de los inventarios y asegurarse de que estos lleguen mucho más rápido a terminación variable. Cuando se acumulan de manera indefinida las impresiones antes de ser enviadas al proceso de terminado, se entorpece el flujo y se corre el riesgo de que esta restricción se quede parada. A continuación se cuantifica la cantidad de tiempo que se perdió por falta de subordinación del proceso anterior a Terminación Variable respecto a los lotes de transferencia. (ver tabla 7)

Tabla 7. Tiempo de Espera en Terminación Variable en Enero y Febrero por Lote Completo de Producción

Mes	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	TOTAL
Enero	233 min.	253 min.	673 min.	143 min.	1302 min.
Febrero	314 min.	87 min.	124 min.	297 min.	822 min.
TOTAL	547 min	340 min	797 min	440 min	2124 min.

Fuente: Elaboración propia

Los lotes de transferencia que se definieron fueron los siguientes:

Tabla 8. Estructura de Lotes de Transferencia

PROCESO ENTREGA	PROCESO RECIBE	ESCENARIOS	CANTIDAD
Procesamiento	Impresión	NA	100% registros procesados
Impresión	Plegado	Procesos simultáneos	8000 hojas
		Procesos no simultáneos	120000 hojas
Impresión	Terminación	Procesos simultáneos	8000 hojas
		Procesos no simultáneos	120000 hojas
Plegado	Terminación	Procesos simultáneos	8000 hojas
		Procesos no simultáneos	120000 hojas

Fuente: Elaboración propia

La mejora más significativa que se observa con la definición de estos lotes de transferencia se evidencia en el escenario de procesos simultáneos, ya que anteriormente no se tenía definida cual era la cantidad mínima de producción a transferir de un proceso a otro, lo cual generaba tiempos de espera en Terminación Variable mientras el proceso de impresión o plegado acumulaba lotes mínimos de 20.000 hojas (4 canastillas).

A continuación se muestra la disminución en los tiempos de espera en Terminación Variable en los meses de Marzo y Abril una vez se implementó el estándar de lote de transferencia. (ver Tabla 9)

Tabla 9. Tiempo de Espera en Terminación Variable en Marzo y Abril por Lote Completo de Producción

Mes	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	TOTAL
Marzo	50 min.	77 min.	100 min.	134 min.	361 min.
Abril	63 min.	55min.	81 min.	91 min.	290 min.
TOTAL	113 min	132 min	181 min	225 min	651 min.

Fuente: Elaboración propia

Se pasó de 2124 minutos a 651 minutos lo cual equivale a una reducción porcentual del 69%

10.4.1.2 Procedimiento Reposiciones

Las reposiciones son aquellos productos que debido a defectos considerables de calidad deben ser reimpresos.

Estos defectos son generados en las máquinas de impresión debido a problemas de desprendimiento de la información variable, impresión borrosa, desregistro en la caída de datos, defectos en el corte del papel entre otras.

Anteriormente el esquema de operación del área estaba estructurado para que el producto con defecto de calidad fuera detectado en maquina mediante listas de chequeo en las cuales por medio de unas frecuencias de inspección se validaran las variables de control de calidad definidas para el producto. Una vez se detectaba, el operador debía parar la impresión, retirarlas del apilamiento y corregir la desviación en el equipo para seguir con la impresión.

Cuando el producto llegaba al área de alistamiento las operadoras debían reportar los faltantes que correspondían a las reposiciones generadas en maquinas, para esto los operadores de los módulos escribían la numeración faltante en la solapa de la caja donde empacaban el producto.

Las cajas llegaban al área de reposiciones en donde las coordinaras de reposiciones validaban 10 consecutivos antes y 10 consecutivos después de la numeración reportada, para confirmar que no se tuvieran más numeración con la desviación. Finalmente en el formato de reposiciones escribían el consecutivo para llevarlo a máquina en donde era impreso.

Este esquema estaba diseñado para que el producto terminado empacado en las cajas tuviera que permanecer varios minutos con tiempo muerto mientras que las reposiciones eran reimpresas e intercaladas para luego ser selladas y llevadas a la zona de despachos.

Para disminuir el tiempo muerto cargado a esta actividad se diseño un nuevo estándar de operación en el cual los operadores de maquinas deben reimprimir las reposiciones en el momento en el cual están se está imprimiendo el producto, esto con el fin de que llegue completo al área de terminación y el flujo de trabajo dentro en esta última no se vea interrumpido por espera de reposiciones. Ver Anexo A. Procedimiento de reposiciones

10.4.2 Restricción Externa: El Mercado

En el proceso de subordinación al mercado se detectaron 3 falencias principales:

- No se sabía cuánta capacidad (personas) eran necesarias de acuerdo a la demanda del mercado
- Los pedidos se liberaban al piso de producción de manera indiscriminada sin tener en cuenta las fechas de entrega pactadas
- La secuencia a seguir en cada uno de los centros de trabajo era arbitraria desconociendo que cada orden debe tener una prioridad clara.

A continuación se explica cómo se lograron subordinar los procesos a la restricción de mercado en cada uno de estos puntos.

10.4.2.1 Planeando la Capacidad Necesaria

El área de terminación variable antes de la ejecución de este proyecto de investigación no tenía programación de la producción debido a la incertidumbre en la llegada de los datos y a que no se contaba con estándares de producción que permitieran calcular el número de personas necesarias para trabajar las ordenes próximas a ingresar.

Contrario a esto la programación de personal se hacía basándose en la experiencia del planeador quien tomando como referencia la información suministrada por procesamiento de datos planeaba la secuencia de impresión en máquinas y solicitaba al coordinador de la empresa temporal Dar Ayuda el número de personas.

Durante la ejecución del paso de explotar de la metodología TOC se realizó un estudio de tiempos que permitió redefinir y calcular los nuevos estándares de productividades para las diferentes actividades realizadas. Con base en esto se diseño una plantilla en Excel en la cual el planeador con la información de actividades y rendimientos de las ordenes de producción cargadas en Planner, módulo de planeación de Metrics, calcula y asigna a cada uno de los pedidos pendientes el número de horas hombre necesarias para cumplir con los tiempos de entrega establecidos.

Tabla 10. Plantilla de Planeación de Terminación Variable

Programa: Terminación variable				
TERMINACIÓN				
Número OP	Actividades	Rendimiento	Turno	Horas hombre
76360	Embolsar, sticker y guía	186,766	B1	6,645
74107	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	1,271
76560	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,004
75015	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,268
75839	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,989
7583901	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,009
7583902	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,383
75037	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,897
7503701	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,004
7503702	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,088
7503703	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,097
7503704	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,048
74686	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	0,699
74571	Ensobrar, colbón, guía	227,420	B1	8,909
76595	Pegar guía, clasificar	333,333	B1	0,081

Fuente: Elaboración propia

10.4.2.2 Programa de Liberación de Órdenes

Para subordinar el sistema a la velocidad que marca el mercado se debe asegurar que los pedidos sean liberados con la anticipación necesaria. Para esto se definió un amortiguador de tiempo. Los amortiguadores de tiempo ayudan a proteger el proceso restrictivo frente a los efectos causados por la variabilidad.

Estas variaciones en los procesos se dan por perturbaciones externas a la empresa o en las actividades de los procesos internos. Un amortiguador demasiado grande también puede afectar negativamente el proceso porque podría generar inventarios en proceso innecesarios que confunden las prioridades y alargan los tiempos de entrega.

Los amortiguadores o buffers son a su vez una alerta temprana para proteger la restricción en caso de que se presente algún imprevisto.

Tradicionalmente los amortiguadores se definen como el 50% del tiempo de entrega actual porque se asume que gran parte de este tiempo de entrega (más del 90%) el pedido está haciendo cola (tiempo de cola) y el tiempo restante (menos del 10%) el pedido está siendo procesado (tiempo de toque).

En el caso de la planta de producción digital de Cadena SA, algunos de los tiempos de entrega que se negociaron con los clientes son tan cortos que es muy poco el tiempo que estos pueden hacer cola. Por esta razón, se utilizaron porcentajes distintos para definir los amortiguadores.

Para pedidos que se deban entregar en menos de 24 horas el amortiguador se definió como el tiempo de entrega. Para los pedidos que se deban entregar en más de 24 horas se establecieron unos porcentajes que permitieran cierta protección a los procesos, pero que se evitara al mismo tiempo liberar con demasiada anticipación el pedido ya que esto incrementaría los inventarios en proceso y se confundiría las prioridades. A continuación se muestran los amortiguadores definidos según los ANS manejados en la compañía. (Ver tabla 11)

Tabla 11. Definición de Amortiguadores

ANS	Amortiguador
<24 horas	Tiempo de entrega
24 - 48 horas	85% Tiempo de entrega
48 – 95 horas	70% Tiempo de entrega
96 horas o más	50% Tiempo de entrega

Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos los amortiguadores se procede a definir el programa de liberación de órdenes.

La fecha de liberación se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Fecha de liberación} = \text{fecha de entrega} - \text{amortiguador}$$

Para el control y ejecución de las fechas de liberación se desarrolló un programa en Excel que calcula estas fechas.

Tabla 12. Fecha y Hora de Liberación de la Orden

Actualizar		Nuevo Ingreso											
AHORA	Día	Hora	Mins										
25/04/2011 11:41	25/4/2011	11	41										
Info Básica Orden				Recepción de la Orden				Datos TOC					
Orden de Producción	Producto	Cliente	Cantidad	Trúput	ANS	Fecha	Hora	Min	Buffer Horas Totales	Fecha Liberación	Hora Liberación	Prioridad	
63240	Puntos Éxito	Éxito	800.000	\$ 230.000.000	10	25/04/2011	3	0	10	25/04/2011	3	87%	
65331	Boletín amigos renting	Renting Colombia	530.700	\$ 55.000.000	8	25/04/2011	8	0	8	25/04/2011	8	46%	
62324	Tarjeta Amex	Bancolombia	113.000	\$ 132.000.000	10	25/04/2011	8	0	10	25/04/2011	8	37%	
67437	Visa Clásica	Bancolombia	1.230.000	\$ 184.500.000	20	25/04/2011	11	0	20	25/04/2011	11	3%	
68810	Caja día de la secretaria	Bancolombia	300.000	\$ 5.100.000	20	25/04/2011	11	0	20	25/04/2011	11	3%	
65436	Reenvios Comfama	Comfama	5.500	\$ 1.500.000	12	25/04/2011	10	0	12	25/04/2011	10	14%	
65347	Cartas movilidad	Sura	54.831	\$ 13.235.000	12	25/04/2011	9	0	12	25/04/2011	9	22%	
65433	Plan Vida Total	Sura	864.087	\$ 120.000.000	8	25/04/2011	11	0	10	25/04/2011	9	27%	
65532	Cordials	Nutresa	34.000	\$ 3.450.000	48	25/04/2011	11	0	41	25/04/2011	18	-15%	
64520	Papeles	Sura	160	\$ 24.000	72	25/04/2011	10	0	50	26/04/2011	8	-41%	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la imagen el sistema basándose en los datos de la llegada de los datos a la compañía, el ANS y el amortiguador, sugiere una fecha y hora de liberación que permite enfocar el trabajo del área en las órdenes con mayor prioridad. Las dos últimas órdenes de la tabla que aparecen en color gris corresponden a pedidos ya recibidos pero que han sido congelados porque aún no ha llegado su hora fecha y hora de liberación.

10.4.2.3 Sistema de Prioridades

Para garantizar que se le dé prioridad a las órdenes de acuerdo a las necesidades del mercado es preciso establecer un sistema de prioridades.

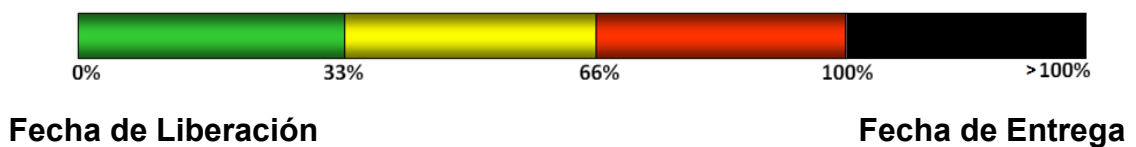
La metodología recomienda utilizar un sistema de colores indicando qué tanto se ha consumido el amortiguador.

El amortiguador se divide en tres partes iguales identificadas por colores: Zona 1 (verde), Zona 2 (amarilla), Zona 3 (roja), Zona 4 (negra) de acuerdo al consumo del amortiguador, véase figura 3. Estado del amortiguador. La zona de color verde, es la primera región que se consume e indica que el pedido debe estar liberado. La zona de color amarillo indica que se debe hacer seguimiento al pedido, para identificar en que parte del proceso está.

La zona roja o tercer tercio indica que el amortiguador ha sido consumido casi en su totalidad y el pedido está a punto de retrasarse. La cuarta zona, representada con color negro, indica que la orden esta ya incumplida, es la de mayor prioridad para que el incumplimiento no se vuelva más grave.

A continuación se muestra como se calcula el estado del amortiguador de acuerdo a su consumo porcentual con respecto a cada orden y así determinar su color y prioridad.

Figura 23. Estado del Amortiguador



El cálculo del consumo porcentual del amortiguador frente a cada orden se realiza mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Estado del amortiguador} = 1 - \left[\frac{\text{Fecha de entrega} - \text{Fecha actual}}{\text{Amortiguador}} \right]$$

El sistema de prioridades se basa en darle mayor prelación a los pedidos que han consumido gran parte del amortiguador de tiempo, previamente fijado como protección. Todos los pedidos que ingresen deben tener una prioridad que permita determinar el orden en que deben ser procesados. Es fundamental realizar un monitoreo constante del consumo de los amortiguadores, ya que este debe ser el criterio empleado para definir el orden en el que se deben procesar las órdenes.

Se debe producir siempre en este orden: Órdenes en zona negra, zona roja, zona amarilla y por último las que estén en zona verde. No se debe permitir por ningún motivo que se procese una orden de la zona verde o amarilla antes que una en zona roja o negra.

Si está trabajando en una orden que está en zona amarilla o verde y llega una que está en zona negra o roja, se debe suspender el alistamiento e iniciar la orden negra o roja, puesto que está retrasada o próxima a retrasarse.

Si está trabajando en una orden que está en zona amarilla y llega una verde debo terminar la amarilla y luego continuar con la verde.

Si se tienen varias órdenes del mismo color se producen en el orden que más se le facilite al operario

Tabla 13. Sistema de Prioridades

Actualizar		Nuevo Ingreso											
AHORA	Día	Hora	Mins										
23/04/2011 11:34	23/4/2011	11	34										
Info Básica Orden						Recepción de la Orden			Datos TOC				
Orden de Producción	Producto	Cliente	Cantidad	Trúput	ANS	Fecha	Hora	Min	Buffer Horas Totales	Fecha Liberación	Hora Liberación	Prioridad	
59830	Suramericana Prepagada	Sura	5.000	\$ 750.000	8	23/04/2011	2	0	8	23/04/2011	2	120%	
59831	Tuya	Éxito	500.000	\$ 75.000.000	8	23/04/2011	6	0	8	23/04/2011	6	70%	
59832	Protección	Protección	800.000	\$ 120.000.000	8	23/04/2011	8	0	8	23/04/2011	8	45%	
59836	Papeles	Sura	160	\$ 24.000	20	23/04/2011	3	0	20	23/04/2011	3	43%	
59833	Mastercard Cadenalco	Bancolombia	750.000	\$ 112.500.000	8	23/04/2011	10	0	8	23/04/2011	10	20%	
59834	Visa Clásica	Bancolombia	1.230.000	\$ 184.500.000	8	24/04/2011	8	0	8	24/04/2011	8	-255%	
58836	Facturas	Une	34.000	\$ 5.100.000	8	24/04/2011	8	0	8	24/04/2011	8	-255%	
59835	Mercado Regional	EPM	23.000	\$ 3.450.000	8	26/04/2011	8	0	8	26/04/2011	8	-855%	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se muestra el sistema de prioridades diseñado para el control de las órdenes de producción dentro para el área de terminación variable.

En la primera parte se muestra información general como el número de orden de producción, el producto, el cliente, cantidad, trput, ANS, fecha de recepción de la orden de producción, buffer u amortiguador a partir del cual se calcula la fecha y hora de liberación.

El sistema calcula de acuerdo a la fecha y hora de recepción de la orden, su ANS y amortiguador, la fecha y hora de liberación y el consumo porcentual del amortiguador para determinar la prioridad.

Este sistema es manejado por el planeador del área quien utiliza este programa para asignar las prioridades dentro del área según el estado del amortiguador definido para cada una de las órdenes de producción.

Tabla 14. Sistema de prioridades – Entrega real del producto

Actualizar		Nuevo							
AHORA		Día		Hora					
25/04/2011 11:54		25/4/2011		11					
Info Básica Orden				Promesa de Entrega			Entrega Real		
Orden de Producción	Producto	Cliente	Prioridad	Fecha	Hora	Min	Fecha	Hora	Min
63240	Puntos Éxito	Éxito	OK	25/04/2011	13	0	25/04/2011	12/01/1900	0
65331	Boletín amigos renting	Renting Colombia	49%	25/04/2011	16	0			
62324	Tarjeta Amex	Bancolombia	39%	25/04/2011	18	0			
67437	Visa Clásica	Bancolombia	5%	25/04/2011	31	0			
68810	Caja día de la secretaria	Bancolombia	5%	25/04/2011	31	0			
65436	Reenvios Comfama	Comfama	16%	25/04/2011	22	0			
65347	Cartas movilidad	Sura	24%	25/04/2011	21	0			
65433	Plan Vida Total	Sura	29%	25/04/2011	19	0			
65532	Cordialsa	Nutresa	-15%	27/04/2011	11	0			
64520	Papeles	Sura	-40%	28/04/2011	10	0			

La Tabla 14 muestra el control de las órdenes de producción a partir de la comparación de la promesa de entrega y la entrega real, al registrar la fecha y hora real del despacho del producto, el sistema actualiza la prioridad asignándole estado OK.

En muchas ocasiones el no tener un sistema de prioridades estructurado llevaba a que dentro del sistema se trabajaran las órdenes disponibles en el momento, sin tener claridad de las fechas de compromiso, ni como estas decisiones afectaban el cumplimiento a otros clientes.

La adaptación de un sistema simple de priorización como el propuesto, permite sincronizar las actividades del proceso a las necesidades del mercado, permitiendo enfocar los esfuerzos en las órdenes con menor ANS o mayor riesgo de incumplimiento, generando mejoras significativas en los niveles de cumplimiento de la UEN.

Cuando se empezó la implementación de este sistema de prioridades se encontró que el nivel de urgencias era muy alto: más del 25% de las órdenes pendientes estaban en zona roja o negra. Esto indica inestabilidad y estrés en la planta pero se observó que a medida que se empezaron a respetar las prioridades secuenciando los centros de trabajo de acuerdo a los colores de las órdenes se logró estabilizar el nivel de urgencias. Actualmente la cantidad de órdenes en zona roja o negra oscila entre el 9 y el 13% permitiendo mayor estabilidad en los procesos y en los planes de producción.

10.5 ELEVAR LA RESTRICCIÓN

Este proceso de elevar la restricción se limitó a definir propuestas de elevación de capacidad ya que este paso normalmente requiere de inversiones financieras significativas. Una de estas propuestas fue aprobada pero no se alcanzó a implementar como para mostrar los resultados en este proyecto.

10.5.1 Restricción Interna: Terminación Variable

Como la restricción interna es un proceso manual, el cual tiene una capacidad instalada máxima de acuerdo al espacio físico disponible, se estudiaron

diferentes alternativas de restructuración de área con el fin de optimizar los espacios y aumentar el número de módulos de trabajo.

A continuación se describe la estructura física actual del área:

- Numero de módulos de trabajo: 40
- Capacidad por módulo: 2 operadores
- Numero de filas: 10
- Número de columnas: 4
- Área por módulo: 4.5 m^2
- Número de pasillos principales: 3
- Ancho pasillo principal: 80 cm
- Número pasillos secundarios: 11
- Ancho pasillos secundarios: 70 cm

Figura 24. Diseño de instalaciones actual Terminación Variable



Buscando optimizar espacio se estudió la posibilidad de disminuir el área de trabajo de los módulos y aumentar a 4 el número de operadores por puesto,

para ello se validó con Juliana Peláez, Líder de Salud Ocupacional de la compañía quien aprobó el cambio de los módulos y sugirió cambios relacionados con mejoras ergonómicas con el fin de garantizar las condiciones básicas de trabajo para este tipo de actividades.

Con base en las recomendaciones entregadas por Salud Ocupacional y tomando información obtenida en el estudio de tiempos, realizado en el paso 2 de la metodología, se buscaron nuevas alternativas de módulos de trabajo y su distribución en el área.

Por otro lado se redefinieron los flujos de materiales, esto con el fin de dar mayor orden al área, mejorar los recorridos y liberar espacio que pudiera ser utilizado en capacidad de trabajo.

La restructuración del área y el cambio de los módulos de trabajo tiene un costo de \$15'000.000, inversión que fue evaluada y aprobada por la Mesa de Proyectos.

Este cambio trae los siguientes beneficios al área:

- Aumento de 16 puestos de trabajo
- Aumento en 5920 unidades ensobradas / hora
- Delimitación de zonas: Entrada de producto, Almacenamiento de insumos, Entrega de trabajo, Zona de trabajo, Zona de reposiciones, Zona de producto terminado.

Este cambio actualmente se encuentra en proceso, la fabricación de los módulos de trabajo cuyo tiempo de entrega es de 40 días, definió la fecha del Reto 24, nombre que se le dio al 5s a realizar en el área por todo el equipo de liderazgo.

En el Anexo B se encuentran las dos propuestas diseñadas para la redefinición del área las cuales fueron presentadas al grupo de liderazgo de Impresión Digital, Luis Alfonso Villegas, Manuela Escobar y Samuel Forero quienes

aprobaron la alternativa número 1 que presenta una orientación paralela a la zona de recepción de trabajo y disminuye el recorrido a esta zona.

10.5.2 Restricción Externa: El Mercado

Cuando la compañía alcanza niveles de cumplimiento superiores al 95%, esta ventaja competitiva puede ser usada para buscar nuevos mercados.

Obtener el mayor provecho de la restricción para este caso depende en gran medida de las negociaciones y resultados que obtenga el área comercial de la compañía; para lo cual estructuró al inicio del 2011 una convención de ventas en la cual se definió la estrategia comercial para incursionar en nuevos mercados y ampliar el portafolio de nuevos productos y servicios.

De todas maneras, para elevar la restricción de mercado se sugiere primero alcanzar los niveles del 95% porque puede ser contraproducente aumentar el volumen de ventas cuando no se ha logrado llevar la operación al nivel de desempeño requerido.

10.6 PROCESO DE MEJORA CONTINUA

La sostenibilidad en el tiempo de una solución es el reflejo del éxito de un proyecto, para ello es necesario estructurar sistemas de control y seguimiento que permitan evaluar su comportamiento en el tiempo y ajustar detalles a los cambios que se vayan presentando dentro del esquema de operación del área.

A continuación se muestra el proceso que se definió para el seguimiento y mejoramiento continuo de este sistema:

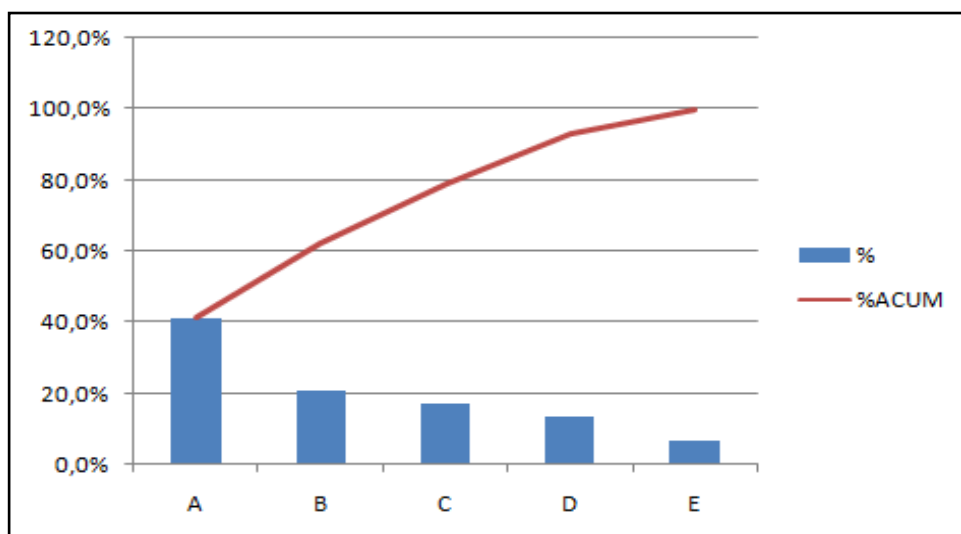
Cada semana se consolidan las causas registradas en el sistema de prioridades para las órdenes que ingresaron a zona roja; con base en esta información se realiza un análisis Pareto por medio del cual se identifican las principales causas de atrasos de los productos y se estructuran nuevos planes de acción para disminuir su probabilidad de ocurrencia. (ver Tabla 15)

Tabla 15. Análisis Pareto

Actualizar	Nuevo Ingreso								
AHORA	Día	Hora	Mins						
23/04/2011 11:42	23/4/2011	11	42						
Info Básica Orden				Control Atrasos			Análisis Pareto		
Orden de Producción	Producto	Cliente	Cantidad	Trúput	ANS	Atraso Días	Atrasos Horas	TVH	Razón Zona Roja (si entró)
59830	Suramericana Prepagada	Sura	5.000	\$ 750.000	8	0	1,70	\$ 1.275.000,00	Retraso en la entrada de insumos
59831	Tuya	Éxito	500.000	\$ 75.000.000	8	0	0,00	\$ -	Retraso en la impresión del producto
59832	Protección	Protección	800.000	\$ 120.000.000	8	0	0,00	\$ -	
59836	Papeles	Sura	160	\$ 24.000	20	0	0,00	\$ -	
59833	Mastercard Cadenalco	Bancolombia	750.000	\$ 112.500.000	8	0	0,00	\$ -	
59834	Visa Clásica	Bancolombia	1.230.000	\$ 184.500.000	8	0	0,00	\$ -	
58836	Facturas	Une	34.000	\$ 5.100.000	8	0	0,00	\$ -	
59835	Mercado Regional	EPM	23.000	\$ 3.450.000	8	0	0,00	\$ -	

A partir del registro de la frecuencia de estas causas se puede proceder con los análisis Pareto como se muestra a continuación. (ver figura 25)

Figura 25. Gráfico Pareto



-
- | | |
|---|--|
| A | Nueva Urgencia retrasa el alistamiento de la OP |
| B | Retraso en la programación del personal |
| C | Retrasos en la entrada de insumos |
| D | Inconsistencias en las actividades cargadas en la OP |
| E | Retraso en la entrada del producto |
-

La grafica anterior muestra el análisis Pareto realizado para la semana del 7 al 12 de Marzo de 2010 según los resultados registrados en el sistema de prioridades.

Se definió una reunión semanal, viernes a las 3:00 P.M en el salón de reuniones de la planta de producción, donde se reúnen el coordinador principal de Dar Ayuda y el planeador del área de Impresión Digital a revisar y discutir el proceso de mejora continua.

A medida que el proceso va avanzando, los amortiguadores de tiempo deben ser ajustados para mantenerlos actualizados con la realidad de los procesos; cuando el número de ordenes trabajadas en rojo es mayor al 15% es una alerta para aumentar el tamaño del amortiguador, si por el contrario las órdenes en rojo están por debajo del 5% es señal para disminuir el tamaño del amortiguador.

Esto con el fin de ajustar el sistema a sus necesidades reales y tener una utilización efectiva de los recursos disponibles. Si surgen necesidades de aumentar un amortiguador pero este ya es igual al tiempo de entrega prometido al cliente se debe dejar como está y alertar al departamento comercial de la situación para que considere negociar un tiempo de entrega mayor.

Este proceso de mejora continua le permitirá a la empresa enfocar sus acciones en resolver problemas que verdaderamente están perturbando el flujo y podrán mantener sus amortiguadores ajustados a la realidad de los procesos y su demanda.

10.7 SISTEMA DE INDICADORES

En este punto de desarrollo del proyecto de investigación se han logrado mejoras significativas en el proceso, aumentando el aprovechamiento de los recursos y garantizando que estos se alineen con las necesidades del mercado.

Con el fin de tener una mayor visibilidad del comportamiento del área ante los cambios ejecutados con el desarrollo de este proyecto y buscando tener medidas que permitan tomar decisiones acertadas en la organización, se propuso redefinir los indicadores de gestión para la UEN de relacionamiento:

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Número de ordenes entregadas a tiempo}}{\text{Total de ordenes entregadas}}$$

Para que el Indicador de Nivel de Servicio sea más acertado se incluyen dentro del número de entregados, los que aún no han sido entregados, pero ya están vencidos. Aunque se mejora la precisión de este indicador de Nivel de Servicio se considera necesario complementarlo con indicadores que reflejen mejor el desempeño de la operación.

En las organizaciones generalmente el indicador de cumplimiento se mide por la cantidad de ordenes entregadas bajo los tiempos de servicio pactados con los clientes, pero no se hace distinción entre si estas llevan 1 día o 1 mes de retraso, factor determinante para la imagen de la compañía frente al cliente y que impacta sus próximas decisiones de compra. Tampoco se tiene en cuenta la importancia del pedido ya que este puede representar para la compañía \$100.000 pesos o \$50.000.000 pero tendrá el mismo peso dentro del indicador tradicional.

La definición de un indicador de atrasos acumulativos teniendo en cuenta el valor del pedido, permite a la compañía entender la criticidad de su incumplimiento y el impacto que esto tiene en la oportunidad de venta. La forma correcta es teniendo en cuenta el tróput o el valor del pedido, mediante el cálculo de la siguiente ecuación matemática.

$$\text{Valor del atraso} = \sum \text{dias de atraso} \times \text{cada pedido} \times \text{valor del pedido}$$

Este indicador permite a la organización cuantificar el impacto de los incumplimientos en cuanto a los días de atraso y el valor del pedido; de esta manera se realiza un monitoreo diario a la tendencia de este indicador y se buscaran proyectos de mejora para alinear cada vez más el comportamiento del sistema con las necesidades del mercado. A continuación se muestra como este indicador se puede controlar con el archivo que se desarrolló para este proyecto:

Tabla 16. Indicador Trúput Valor Horas

Actualizar		Nuevo Ingreso							
AHORA	Día	Hora	Mins						
23/04/2011 11:42	23/4/2011	11	42						
Info Básica Orden					Control Atrasos			Análisis Pareto	
Orden de Producción	Producto	Ciente	Cantidad	Trúput	ANS	Atraso Días	Atrasos Horas	TVH	Razón Zona Roja (si entró)
59830	Suramericana Prepagada	Sura	5.000	\$ 750.000	8	0	1,70	\$ 1.275.000,00	Retraso en la entrada de insumos
59831	Tuya	Éxito	500.000	\$ 75.000.000	8	0	0,00	\$ -	Retraso en la impresión del producto
59832	Protección	Protección	800.000	\$ 120.000.000	8	0	0,00	\$ -	
59836	Papeles	Sura	160	\$ 24.000	20	0	0,00	\$ -	
59833	Mastercard Cadenalco	Bancolombia	750.000	\$ 112.500.000	8	0	0,00	\$ -	
59834	Visa Clásica	Bancolombia	1.230.000	\$ 184.500.000	8	0	0,00	\$ -	
58836	Facturas	Une	34.000	\$ 5.100.000	8	0	0,00	\$ -	
59835	Mercado Regional	EPM	23.000	\$ 3.450.000	8	0	0,00	\$ -	

El indicador se bautizó con el nombre TVH (trúput valor horas) ya que acumula los atrasos en horas multiplicándolos por el trúput del pedido. Normalmente se conoce como TVD (túput valor días) pero como se tienen tiempos de entrega tan cortos (8 horas por ejemplo), se consideró más apropiado usar como referencia la unidad de tiempo horas.

Estos indicadores entregan información permanente que puede ser consultada y comparada para observar cómo se está comportando el proceso, si su tendencia es hacia el mejoramiento o si por el contrario, el proceso se está saliendo de control y se está perdiendo calidad en la entrega del servicio al cliente final.

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El desarrollo del proyecto que tuvo una duración de 4 meses entre las etapas de diagnóstico y ejecución logró mejoras significativas en la estructura de operación de la compañía así como en el aumento del nivel de servicio de la planta de Impresión Digital, objetivo general de esta investigación.

Con la aplicación de la metodología de teoría de restricciones, mediante la cual se identificaron las restricciones del sistema en los diferentes escenarios de demanda para los productos de la compañía, así como en la estructuración y ejecución de planes de, se logró un aumento al 81% de cumplimiento de los niveles de servicio durante el mes de Marzo versus a un 69% de cumplimiento para el mismo mes en el año 2010 y un 69% en el ANS acumulado para el mismo año.

El esquema de operación para la planta de Impresión Digital sufrió modificaciones considerables principalmente en el área de terminación Variable, la definición de lotes de transferencia, la planeación de la capacidad, el estudio de tiempos para la disminución de tiempo actividades que no agregan valor al proceso, el sistema de prioridades, la estandarización de rendimientos, esquema de reposiciones, la redefinición del área, entre otros fueron los planes de acción que aportaron al logro del aumento en el cumplimiento a la promesa de entrega a los clientes.

Los sistemas de indicadores definidos serán el soporte con el cual contará la organización para monitorear de manera permanente la sostenibilidad de la mejora.

Adicionalmente con la aplicación de esta metodología se logró un importante proyecto de ahorro, gracias al aumento en los estándares de productividad para las actividades tercerizadas con la empresa Dar Ayuda.

El costo por unidad ensobrada que Cadena debe pagar a esta compañía es un estándar de \$3.33 y se estableció como un ajuste al salario mínimo en base al

rendimiento promedio de 300 unidades/hora. Con el aumento de 70 unidades en el estándar de producción se espera para el 2011 un ahorro de \$19'703.594, tomando como referencia 70'369.981, volumen de unidades ensobradas en el 2010.

12. CONCLUSIONES

La implementación de la Teoría de Restricciones en la planta de producción digital de Cadena SA logró mejorar el nivel de servicio del 69% al 81% lo cual es prueba fehaciente de que cambiando ciertos paradigmas que existen en los modos de operación de las empresas se pueden obtener procesos más ágiles y con mejor capacidad de respuesta para mejorar el nivel de satisfacción de los clientes.

El análisis del flujo de proceso y estudio de capacidades permitió identificar en la planta de Impresión Digital dos restricciones diferentes según el momento del mes en el cual se estudie el comportamiento del sistema. En los días de corte de facturación la restricción de capacidad se encuentra en el recurso Terminación Variable, proceso manual con capacidad inferior en un 50% a lo demandado por el mercado en ese período de tiempo; por el contrario en los días diferentes a los cortes de facturación la capacidad utilizada corresponde tan solo al 62.5% de la capacidad instalada en dicho recurso por lo que para este periodo la restricción se traslada al mercado.

A partir de la implementación del paso de Explotar de la metodología TOC se logró aumentar la utilización instalada para ambos recursos restrictivos. Para el caso de la restricción interna se realizó un estudio de tiempos mediante la aplicación de la herramienta Standarize Work Place que permitió reducir los tiempos que no agregan valor al proceso y/o producto en un 28,9% y aumentar la productividad hora de dicho recurso en 5600 unidades. Por otro lado la restricción externa fue explotada mediante un cambio cultural en la organización que permitió enfocar los esfuerzos de las diferentes áreas en cumplir con los requerimientos de entrega a los clientes.

Se subordinaron los procesos de la planta de Impresión Digital a las restricciones de la misma definiendo lotes de transferencia y estableciendo un esquema de reposiciones los cuales mejoraron el flujo hacia la restricción interna de Terminación Variable. Por otro lado el sistema se subordinó a la velocidad que marca el mercado al implementar mecanismos que permitieran

contar con el personal suficiente para cumplir con la demanda actual, liberar las órdenes con la anticipación debida, y priorizar las órdenes de acuerdo a las necesidades del mercado.

Para Elevar las restricciones del sistema se propusieron alternativas como realizar una restructuración física del área que permitiría un incremento adicional de 5920 unidades ensobradas hora, y para el caso de la restricción externa se propuso esperar a llegar a niveles de cumplimiento superiores al 95% y usar esta fortaleza como carta de presentación para incursionar en nuevos mercados.

Los indicadores tradicionales de desempeño como el Nivel de Servicio no miden el verdadero desempeño de la operación porque no tienen en cuenta la magnitud de los atrasos ni el valor de los pedidos. Se implementó un indicador como el TVH (trúput valor horas) que permite monitorear si efectivamente los procesos están mejorando su capacidad de respuesta al mercado.

La relación entre eficiencia local y eficiencia global no es directamente proporcional; esta relación es inversamente proporcional. A medida que los procesos tratan de ser más eficientes localmente van a atentar contra los resultados globales de un sistema. Cambiar la cultura de la búsqueda inoficiosa de las eficiencias locales es un gran reto que pocas empresas han logrado superar; la Teoría de Restricciones brinda las herramientas necesarias para facilitar este importante proceso de cambio.

Contrario a lo que muchas personas creen, la Teoría de Restricciones no entra en conflicto con otras filosofías que hay en el medio; les da enfoque y potencializa sus resultados como se demostró con el desarrollo de este proyecto donde se usaron otras metodologías complementarias como Standardize Work Place y TAMU.

13. RECOMENDACIONES

Es recomendable que la compañía considere la posibilidad de aplicar la metodología de TOC en las demás áreas de la planta de producción, principalmente en el área prensas, ya que ésta a pesar de tener ordenes de producción con tiempos de entrega más amplios, presenta altos niveles de incumplimiento debido a esquemas de operación ineficientes con lotes de transferencias muy grandes y la falta de programación de los recursos con un sistema de prioridades.

En el entendimiento de la situación de este proyecto de investigación se identificaron 3 comportamientos indeseados que generaban efectos directos en el bajo cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio; por definición del alcance del proyecto, durante la implementación de la metodología solo se atacó la causa raíz de eficiencias locales; se recomienda entonces a la compañía estructurar y ejecutar planes de acción que ataquen los comportamientos indeseados en las áreas de mantenimiento y almacén.

Con la implementación de la metodología aunque se logró una mejora importante en el cumplimiento de los niveles de acuerdo de servicio, esto no fue suficiente para alcanzar la meta del 95%, por lo que sería importante analizar otras alternativas de elevar la capacidad del recurso terminación variable, como lo son la subcontratación de un segundo proveedor de servicios por fuera de la compañía como soporte en los días de alta demanda del mercado.

Es importante hacer un seguimiento periódico al sistema de prioridades así como el análisis semanal de las causas raíz de los incumplimientos a los acuerdos de nivel de servicio para generar oportunamente los planes de acción necesarios que ayuden a eliminar estas desviaciones y pérdidas dentro del proceso.

Es importante que el área comercial de la compañía entre a analizar y a replantear en la medida que sea posible, los tiempos de entrega pactados con

los clientes ya que actualmente muchos de esos no se hablan con la realidad productiva del área, teniendo altos riesgos de incumplimiento.

14. BIBLIOGRAFÍA

Ballou, Ronald. Business Logistics Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain.

CESPEDES, A. S-DBR (Simplified Drum Buffer Rope) & BM (Buffer Management). [Material gráfico proyectable]. Medellín, Antioquia: [2010]. 101 diapositivas.

CORBETT, T. La Contabilidad del Trúput. Bogotá, Ediciones Piénsalo; 2001. 181 p.

DETTMER, W; Teoría de las restricciones de Goldratt. ASQC Quality Press, 1990.

E-TOC Expertos TOC Consultores. (s.f.). *E-TOC Expertos TOC Consultores*. Recuperado el 28 de 06 de 2010, de <http://e-toc.com/-/>

GOLDRATT, Eliyahu. El Síndrome del pajar: Cómo extraer información del océano de datos. Primera Edición. North River Press, diciembre de 1990. 274 páginas.

GOLDRATT, Eliyahu. La Meta: Un proceso de mejora continua. 1 ed. Monterrey, Méjico: Ediciones Castillo, 1998.

GONZALES, José A. ORTEGON, Katherine; RIVERA, Leonardo. Informe de Investigación del Proyecto "Desarrollo de una metodología de implementación de los conceptos de TOC (Teoría de Restricciones) para empresas colombianas". Estudios Gerenciales, 19(87). 2003

GONZALEZ GÓMEZ, José. ORTEGÓN MOSQUERA, Katherine y RIVERA CADAVID, Leonardo. Desarrollo de una Implementación de los Conceptos de TOC (TEORÍA DE RESTRICCIONES), para Empresas Colombianas. Revista Estudios Gerenciales No 87 (abril – junio). Universidad ICESI.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS Y CERTIFICACION. Tesis y otros trabajos de grado, normas técnicas colombianas sobre documentación. Santa fe de Bogotá: ICONTEC; 2002.

KENDALL, Gerald I. Securing the future: Strategies of Exponential Growth Using the Theory of Constraints. ST Lucie Press, 1999, Estados Unidos.

Sitio en Internet: <http://www.cadena.com.co> [Fecha de consulta: 18 Febrero 2011].

ANEXO A. Procedimiento de Reposiciones